جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية

مركز الدراسات والبحوث

# جرائم البيئة وسبل المواجهة

أ. د. عبدالوهاب بن رجب هاشم بن صادق

الرياض
١٤٢٧هـ ـ ٢٠٠٦م

٣٨٠

جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية

# جرائم البيئة
# وسبل المواجهة

أ. د. عبد الوهاب رجب هاشم بن صادق

الطبعة الأولى

الريـــاض

١٤٢٧هـ ــ ٢٠٠٦م

# التقديـــــم

لقد مضى سريعاً زمن كان الاهتمام بالبيئة في مجتمعاتنا يكاد لا يتجاوز العناية بالنظافة العامة، والحفاظ على موارد البيئة، ونشر الوعي الصحي في المجتمع بأيسر السبل، حتى أضحت البيئة اليوم مشكلة حقيقية تنذر بتفاقم متسارع تواجهه البشرية جمعاء على المستوى الدولي والإقليمي والمحلي.

ولا شك أن النظام البيئي ـ الذي فطره الله سبحانه وتعالى بحكمته وقدرته ـ المتسم بالتكامل والانسجام تمتد إليه أيادي الإضرار والإخلال مما يفقد ناموس البيئة توازنه الإلهي البديع.

ولما كانت قضية البيئة بتطوراتها الراهنة هاجساً خطيراً بسبب سوء استغلالها واستخدامها في الجرائم المنظمة والإرهاب البيولوجي فإن الاستراتيجية الأمنية العربية تتسع لتشمل آفاق التعاون الدولي والإقليمي لملاحقة جرائم البيئة في أطوارها المختلفة، ذلك أن التقدم التقني والصناعي في مضمار إنتاج الملوثات الهائلة، والإشعاع، والمبيدات، وحدوث الكوارث المختلفة من أبرز المظاهر المنذرة بهذه الأخطار الكونية.

وتندرج قضايا البيئة في أولويات العمل العلمي الأمني الذي تنهض به هذه الجامعة في برامجها الأكاديمية والتدريبية والإعلامية خاصة في مجال الأمن الصناعي والدفاع المدني.

ولعل تخصيص الجامعة جزءاً من برامجها بالتربية البيئية وإلقاء المحاضرات، وبث الوعي البيئي في المجتمع العربي، ونشر الملصقات الإعلامية المتنوعة حول الآثار السلبية لسوء استغلال البيئة، وأثرذلك في الحياة الاجتماعية والاقتصادية والصحية يعد مدخلاً مناسباً، نعنى به في التوعية الأمنية.

فإلى جانب هذه الثقافة البيئية الأمنية تحرص الجامعة ـ وفق سياساتها المرسومة لمكافحة الجريمة والوقاية منها ـ على إجراء مثل هذه الدراسات المتخصصة لدعم الأمن البيئي في مجتمعاتنا، وتقديم سبل المواجهة والسلامة التي لا غنى عنها لدى المعنيين وكافة المؤسسات والأفراد على حد سواء.

حفظ الله أمتنا من كل شر وسوء.

والله من وراء القصد،،،

**رئيس**

**جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية**

**أ.د. عبدالعزيز بن صقر الغامدي**

# المقدمــة

تعددت الجرائم وتنوعت في الوقت الراهن في جميع أنحاء العالم وأصبحت تشكل العديد من الأخطار، بل وجلبت معها الويلات والدمار والهلاك للإنسان حينما تجرد من فطرته التي فطره الله عليها وأصبح يسعى إلى السيطرة والهيمنة والامتلاك والقتل والسرقة ودونما أي وازع ديني. وتبعا لذلك فقد انتشر الفساد في البر والبحر لقوله تعالى: ﴿ **ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (٤١)** ﴾ (سورة الروم).

ولم يغفل الإسلام الجريمة ودوافعها والتحذير من ارتكابها، فقد عظم حرمات الإنسان وأمر بالشفقة عليهم ورحمتهم لقوله تعالى: ﴿ **ومن يعظم حرمات الله فهو خير له عند ربه** ﴾ (سورة الحج ٢٠) ولقوله تعالى: ﴿ **مِنْ أَجْلِ ذَلِكَ كَتَبْنَا عَلَىٰ بَنِي إِسْرَائِيلَ أَنَّهُ مَن قَتَلَ نَفْسًا بِغَيْرِ نَفْسٍ أَوْ فَسَادٍ فِي الْأَرْضِ فَكَأَنَّمَا قَتَلَ النَّاسَ جَمِيعًا وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا ... (٣٢)** ﴾ (سورة المائدة). ولقوله ﷺ: «لا يزال المؤمن في فسحة من دينه ما لم يصب دما حراما» (رواه البخاري). وعن أبي هريرة رضي الله عنه أن رسول الله ﷺ قال: «أتدرون من المفلس؟ قالوا: المفلس فينا من لا درهم له ولا متاع، فقال: إنما المفلس من أمتي من يأتي يوم القيامة بصلاة وزكاة ويأتي وقد شتم هذا وقذف هذا وأكل مال هذا وسفك دم هذا وضرب هذا فيعطى هذا من حسناته وهذا من حسناته، فإن فنيت قبل أن يقضى ما عليه أخذ من خطاياهم فطرحت عليه ثم طرح في النار» (رواه مسلم).

كما حث الإسلام على تأدية الحقوق والكف عن الأذى والأخذ على يد الظالم وتحريم الظلم ورد المظالم وعدم الحسد والتباغض والتدابر وتلك الأمور جميعها تؤدي إلى انتشار الجريمة وإشاعة الفوضى بين الناس .

وفيما يخص البيئة فإن هناك العديد من الآيات الكريمة والأحاديث النبوية الشريفة ذات الدلالات الواضحة والعظيمة في الحث على الحفاظ على البيئة . ويكفي أن : «الحفاظ على البيئة في الإسلام واجب ديني قبل أن يكون نظاماً تشريعياً» لقوله تعالى : ﴿ ... **وَلا تُفْسِدُوا فِي الأَرْضِ بَعْدَ إِصْلاحِهَا ...** ﴿٨٥﴾ ﴾(سورة الأعراف) . كما أن الله عز وجل سخر للإنسان حياته الكريمة بالرزق الحلال وعدم الاتجاه إلى فعل الجريمة لتحقيق متطلباته لقوله تعالى : ﴿ **وَلَقَدْ بَوَّأْنَا بَنِي إِسْرَائِيلَ مُبَوَّأَ صِدْقٍ وَرَزَقْنَاهُم مِّنَ الطَّيِّبَاتِ ...** ﴿٩٣﴾ ﴾(سورة يونس) .

لقد كفل الإسلام للإنسان الحياة الكريمة لقوله تعالى : ﴿ **وَلَقَدْ مَكَّنَّاكُمْ فِي الأَرْضِ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَايِشَ قَلِيلاً مَّا تَشْكُرُونَ** ﴿١٠﴾ ﴾ (سورة الأعراف) ، ثم أمره بالاستفادة من تلك النعم وعدم الإضرار وإلحاق الأذى لقوله تعالى : ﴿ ... **وَلا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ** ﴿٧٧﴾ ﴾ (سورة القصص) ، ولكن يأبى الإنسان ذلك فعمد إلى الإفساد والإخلال بالنظام البيئي وارتكاب الجرائم المختلفة لقوله تعالى : ﴿ **ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ** ﴿٤١﴾ ﴾ (سورة الروم) .

وتعد جرائم البيئة (Environmental crimes) من ضمن أهم الجرائم التي ارتكبها الإنسان على سطح الأرض والتي امتدت لتشمل جميع مرافق الحياة، كما أنها تنوعت لدرجات مختلفة من الشدة والقسوة، وقد أمكن ملاحظة أن تلك الجرائم البيئية ذات أضرار خطيرة على الإنسان والبيئة والصحة والاقتصاد.

وفي الوقت الراهن فإن جرائم البيئة امتدت لتشمل التلوث الهوائي والمائي والغذائي والتلوث بالكيميائيات والمبيدات والمخصبات الزراعية والتلوث النفطي والإشعاعي، ومشكلات الصرف الصحي والمتدفقات الصناعية والتلوث المعدني وطبقة الأوزون والنفايات الطبية والنفايات الخطرة إلى غير ذلك من جرائم الملوثات البيئية التي يصعب حصرها.

تهدف هذه الدراسة - إن شاء الله تعالى - إلى تحديد مفهوم جرائم البيئة ومعرفة أنواعها بالإضافة إلى بيان أخطار جرائم البيئة وسبل الحد منها، كما سوف يتم التطرق إلى الاستفادة من التجارب والدراسات العالمية في مجال الحد من جرائم البيئة.

**المؤلف**

# الفصل الأول

## البيئــة

# ١ . البيـئــة

## ١ . ١ التقييم البيئي

البيئة (Environment) هي المكان الملائم والمناسب للأنشطة المختلفة للإنسان ولاستقرار معيشته على سطح الأرض لقوله تعالى: ﴿ **وَلَقَدْ بَوَّأْنَا بَنِي إِسْرَائِيلَ مُبَوَّأَ صِدْقٍ وَرَزَقْنَاهُم مِّنَ الطَّيِّبَاتِ** ... ﴿٩٣﴾ ﴾ (سورة يونس). وعموما فإن هناك العديد من التعاريف التي وردت في المصطلحات الأجنبية بخاصة الإنجليزية والتي تحدد مفهوم البيئة استنادا للاستخدام الفعلي لكل مصطلح من المصطلحات البيئية المختلفة.

فالمصطلح (Environment) يشار إليه على أنه البيئة أو المحيط الذي يحيط بالكائن الحي كما أنه مجموعة العوامل التي تؤثر على نمو وتطور الكائن الحي، كما أن المصطلح (Habitat) يطلق على الاستيطان أو المكان الطبيعي للكائن الحي. وعموما فإن تلك المصطلحات تختلف استنادا للاستخدام، فعلى سبيل المثال، يطلق مصطلح (Microbial ecology) على بيئة الكائنات الحية الدقيقة والمصطلح (Ecology) على فرع من فروع علم الحياة والذي يعبّر عن العلاقة بين الكائنات الحية وبيئاتها.

إذًا يمكن القول أن للكائنات الحية بيئات تستوطنها وتمارس فيها مختلف أنشطتها، فالإنسان له بيئته الخاصة وهي الأرض حيث إن الله عز وجل خلق السموات والأرض بترتيب واتزان دقيق لقوله تعالى: ﴿ **إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ** ﴿٤٩﴾ ﴾ (سورة القمر)، ثم سخر للإنسان جميع متطلباته الضرورية لقوله تعالى: ﴿ **هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُم مَّا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا** ... ﴿٢٩﴾ ﴾ (سورة البقرة)، كما أن للحيوانات بيئاتها الخاصة وكذلك النباتات والكائنات الحية الدقيقة ومختلف صور الحياة الأخرى.

إن مصطلح النظام البيئي (Ecosystem) يوضّح عناصر البيئة المختلفة أو مكوناتها والتي تشمل الماء (Water) والهواء (Air) والتربة (Soil) بالإضافة إلى مختلف الكائنات الحية الدقيقة والجمادات ذات العلاقة بالبيئة .

إذًا فالنظام البيئي عبارة عن مجموعة من العناصر البيئية التي تشكل ذلك النظام الذي يمارس فيه الكائن الحي أنشطته المختلفة .

تتم عمليات النمو والتكاثر وغيرها من العمليات الحيوية داخل النظام البيئي وفقا للأنظمة البيئية الملائمة لتلك العمليات في ظل توفر العديد من العوامل البيئية (Environmental factors) .

إذًا يمكن القول أن العوامل البيئية تحدد بدقة بيئة الكائن الحي الذي يمكن أن يتواجد على سطح الأرض أو باطن الأرض أو في الماء أو في الهواء وهي عبارة عن مجموعة من العوامل البيئية تتداخل معا لتكوّن النظام البيئي . ويمكن إجمالها في الآتي :

١ ـ درجة الحرارة (Temperature) .

٢ ـ الأكسجين (Oxygen) .

٣ ـ الماء (Water) .

٤ ـ الضوء (Light) .

٥ ـ الضغط (Pressure) .

٦ ـ عوامل النمو (متطلبات التغذية) (Growth factors) .

وقد تم إيراد تلك العوامل للدلالة على أن النظام البيئي يتكون من العديد من الكائنات الحية وفي مقدمتها الإنسان .

وتلك العوامل تؤثر بدرجة كبيرة في الأنشطة المختلفة للإنسان ، وتحدد طبيعة هذه الأنشطة ، فدرجات الحرارة العالية تختلف عن درجات الحرارة الباردة في أنواع الممارسات التي يقوم بها الإنسان في حياته ومنها التجارة

والزراعة وحتى الأنشطة الرياضية، كما أنها أيضا ذات تأثير واضح في نشاط وحركة الإنسان، وكذلك فقد خلق الله عز وجل الإنسان وسخر له جميع متطلباته الضرورية في البيئة التي وجد فيها، وهذا يتضح من خلال التوزيع الجغرافي لسكان العالم. كما أن وفرة الماء ذات أثر واضح في بيئة الإنسان، حيث إن البحيرات والأنهار تشكل الروافد الأساسية للأنشطة الزراعية في حين أن ذلك لا يتواجد في البيئات الصحراوية قليلة المصادر المائية.

تختلف هيئة الإنسان وأنشطته الوظيفية باختلاف البيئة التي يعيش فيها. فعلى سبيل المثال، الإنسان في القارة الإفريقية يختلف عن الإنسان في القارة الآسيوية من حيث النشاط الوظيفي والتركيب والتشريح الجسمي وهذه قدرة الله عز وجل التي مكنت الإنسان من التأقلم مع مختلف الظروف البيئية.

خلق الله عز وجل الإنسان وسخر له جميع الإمكانات التي يحتاجها لضمان استمرار الحياة وتحقيق الخلافة، لقوله تعالى: ﴿ ... **وَإِن تَعُدُّوا نِعْمَتَ اللَّهِ لا تُحْصُوهَا** ... (٣٤) ﴾ (سورة إبراهيم) وقوله تعالى: ﴿ **وَالأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ** (١٩) ﴾ (سورة الحجر) وقوله تعالى: ﴿ **وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الأَرْضِ** ... (١٣) ﴾ (سورة الجاثية) وقوله تعالى: ﴿ **الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلاً وَأَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ** (٥٣) ﴾ (سورة طه). وعليه فإن وجودَ النباتات والحَيوانات والجمادات بالإضافة إلى المصادر المائية المختلفة تحدد بدرجة كبيرة ماهية البيئة ونوعها وتبعا لذلك فقد تم تقسيم البيئات إلى العديد من الأنواع المختلفة فهناك البيئة الاستوائية، والبيئة الصحراوية، والبيئة المدارية، وبيئة المستنقعات والبيئات المائية العميقة، وبيئات المياه الضحلة. ومع ذلك فإن حياة الإنسان لم تنقطع في تلك البيئات المختلفة فلكل إنسان نظامه وأنشطته المختلفة. فالبيئات المائية تمتاز بكونها

مصدر وفيراً للأسماك والزراعة في حين تختلف عنها البيئات الصحراوية كما أن متطلبات الحياة قد وفرها الله عز وجل للإنسان في كل بيئة من تلك البيئات لقوله تعالى: ﴿ **وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ** (٣) ﴾ (سورة الرعد) وقوله تعالى: ﴿ ... **وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَّرَهُ تَقْدِيرًا** (٢) ﴾ (سورة الفرقان).

ثم إن الله عزل وجل أمر الإنسان بالاستفادة من الموارد البيئية المتاحة في بيئته على قدر حاجته ودون الإسراف والاستنزاف لقوله تعالى: ﴿ ... **وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ** (٣١) ﴾ (سورة الأعراف) كما كرم الله تعالى الإنسان في قوله تعالى: ﴿ **وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُم مِّنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلاً** (٧٠) ﴾ (سورة الإسراء). ولقوله تعالى: ﴿ **أَمَّن يَهْدِيكُمْ فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ ...** (٦٣) ﴾ (سورة النمل). وبتعاقب الفصول المختلفة من السنة فقد سخر الله عز وجل للإنسان أيضا الرياح لقوله تعالى: ﴿ **اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ فَتُثِيرُ سَحَابًا فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاءِ كَيْفَ يَشَاءُ وَيَجْعَلُهُ كِسَفًا فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلالِهِ فَإِذَا أَصَابَ بِهِ مَن يَشَاءُ مِنْ عِبَادِهِ إِذَا هُمْ يَسْتَبْشِرُونَ** (٤٨) ﴾ (سورة الروم).

ولضمان استمرار الحياة على سطح الأرض فإن الله عز وجل قد ضمن للإنسان استمرار حصوله على المصادر المائية بمختلف الطرق لقوله تعالى: ﴿ **أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَالَتْ أَوْدِيَةٌ بِقَدَرِهَا ...** (١٧) ﴾ (سورة الرعد) وقوله تعالى: ﴿ **وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَمِن كُلٍّ تَأْكُلُونَ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُونَ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ فِيهِ مَوَاخِرَ لِتَبْتَغُوا مِن فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ** (١٢) ﴾ (سورة فاطر) وقوله تعالى: ﴿ **وَأَرْسَلْنَا**

الرِّيَاحَ لَوَاقِحَ فَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ ﴿٢٢﴾ ﴾ (سورة الحجر). وفي الوقت الراهن استطاع الإنسان - بفضل الله وقدرته - الاستفادة من مياه البحار بإنشاء العديد من محطات تحلية المياه المالحة والتي تعد المصدر الأساسي للمياه في دول الخليج العربي.

لقد كانت وما زالت نظرة الإسلام تجاه البيئة تحقق الأهداف العالمية للبرامج والتشريعات والأنظمة البيئية التي وضعت في أماكن مختلفة من العالم، حيث تم التأكيد على أن: «الحفاظ على البيئة في الإسلام واجب ديني لا نظام تشريعي». ومن هذا المنطلق فإن المتتبع لتعاليم الدين الإسلامي الحنيف يجد أن هناك خطوطاً واضحة بخصوص البيئة والحفاظ عليها، حتى أن الإسلام حدد أيضا كيفية التعامل مع البيئة لضمان استمرار الحياة لقوله تعالى: ﴿ ... فَاذْكُرُوا آلاءَ اللَّهِ وَلا تَعْثَوْا فِي الأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٧٤﴾ ﴾ (سورة الأعراف) وقوله تعالى: ﴿ وَإِذَا تَوَلَّىٰ سَعَىٰ فِي الأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ وَاللَّهُ لا يُحِبُّ الْفَسَادَ ﴿٢٠٥﴾ ﴾ (سورة البقرة) وقوله تعالى: ﴿ فَهَلْ عَسَيْتُمْ إِن تَوَلَّيْتُمْ أَن تُفْسِدُوا فِي الأَرْضِ وَتُقَطِّعُوا أَرْحَامَكُمْ ﴿٢٢﴾ ﴾ (سورة محمد) وقوله تعالى: ﴿ ... وَلا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾ ﴾ (سورة القصص) وقوله تعالى: ﴿ تِلْكَ الدَّارُ الآخِرَةُ نَجْعَلُهَا لِلَّذِينَ لا يُرِيدُونَ عُلُوًّا فِي الأَرْضِ وَلا فَسَادًا وَالْعَاقِبَةُ لِلْمُتَّقِينَ ﴿٨٣﴾ ﴾ (سورة القصص). وفي هذا السياق فإن هناك توجيهاً نبوياً شريفاً للحث على الحفاظ على البيئة وتنمية مواردها الطبيعية المختلفة. فمن القواعد الشرعية في هذا المجال قوله ﷺ: «لا تسرف ولو كنت على نهر جار» (رواه ابن ماجه)، وقوله ﷺ: «اتقوا اللاعنين، قالوا: وما اللاعنين؟ قال: الذي يتخلى في طريق الناس أو ظلهم» (رواه مسلم). وعن جابر بن عبدالله رضي الله عنه أن رسول الله ﷺ «نهى أن يبال في الماء الراكد» (رواه مسلم). وعن أبي سعيد الخدري

رضي الله عنه أن النبي ﷺ: «نهى عن النفخ في الشراب . . فقال رجل : القذا أراها في الإناء؟ فقال : أهرقها ، قال : إني لا أروى من نفس واحد! قال : أبعد القدح عن فيك» (رواه الترمذي) . وتلك تعاليم نبوية شريفة في الحد من تلوث الماء وانتشار الميكروبات وعن عبدالله بن عباس رضي الله عنهما «أن النبي ﷺ «نهى أن يتنفس في الإناء أو ينفخ فيه» (رواه الترمذي) . كما نهى الإسلام عن نشر العدوى والتسبب في الدمار والهلاك . فعن أسامة ابن زيد رضي الله عنهما أن النبي ﷺ قال : «إذا سمعتم بالطاعون بأرض فلا تدخلوها وإذا وقع بأرض وأنتم بها فلا تخرجوا منها» (متفق عليه) . وهذا الحديث وغيره من الأحاديث النبوية الشريفة تؤكد بصدق وجلاء دور الإسلام في الحفاظ على البيئة والتعامل معها من الجوانب التي تكفل صيانتها وعدم تدهورها أو الإخلال بتوازنها .

إن المفهوم الحقيقي للبيئة في الإسلام هو ضمان الاستقرار للإنسان ليمارس مختلف أنشطته في جو من الأمن والطمأنينة والاستقرار ، وقد حث المصطفى عليه الصلاة والسلام على تعهد الزرع وسقيه لقوله ﷺ: «ما من مسلم يزرع زرعا أو يغرس غرسا فيأكل منه طير أو إنسان أو بهيمة إلا كان له به صدقة» (متفق عليه) .

كما أخذ الله عز وجل من الإنسان العهد والمواثيق بعدم الإفساد لقوله تعالى : ﴿ **وَإِذْ أَخَذْنَا مِيثَاقَكُمْ لا تَسْفِكُونَ دِمَاءَكُمْ وَلا تُخْرِجُونَ أَنفُسَكُم مِّن دِيَارِكُمْ ثُمَّ أَقْرَرْتُمْ وَأَنتُمْ تَشْهَدُونَ** ﴿٨٤﴾ ﴾ (سورة البقرة) ، وقوله تعالى : ﴿ **ثُمَّ أَنتُمْ هَؤُلاءِ تَقْتُلُونَ أَنفُسَكُمْ وَتُخْرِجُونَ فَرِيقًا مِّنكُم مِّن دِيَارِهِمْ تَظَاهَرُونَ عَلَيْهِم بِالإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ . . .** ﴿٨٥﴾ ﴾ (البقرة ، ٨٥) .

ومن هنا فإن المؤثرات البيئية المختلفة والاختلافات في التوازن ليست سوى صور متعددة للانتهاكات المختلفة التي قام بها الإنسان، والذي عندما أدرك خطرها لجأ إلى سن التشريعات والقوانين والأنظمة البيئية وأيضا سعى إلى عقد اللقاءات والمؤتمرات والندوات وورش العمل، ولكن تظل تلك الأنظمة البيئية في الوقت الراهن خاضعة للهيمنة والسيطرة والغطرسة من الدول الكبرى والتي تحدد تلك الأنظمة حسب الاتجاهات السياسية.

## ١ .٢ الإسلام وتنمية الموارد البيئية

أكد الإسلام في العديد من الآيات القرآنية والأحاديث النبوية الشريفة على تنمية الموارد الطبيعية والبيئية لضمان استمرار حياة الإنسان على سطح الأرض، وأيضا حث الإنسان على العمل والاهتمام بالبيئة وصيانتها وحفظ مواردها المتعددة مع الاستنزاف الجائر.

أسهمت جرائم البيئة (Environmental crimes) بشكل واضح في تدمير وهلاك ودمار النظام البيئي (Ecosystem) بالإضافة إلى الإخلال بعناصر النظام البيئي من تربة وماء وهواء، فالتربة حصل لها الانجراف والتآكل والتغيّر نتيجة لزيادة تراكم النفايات والمخلفات، كما تلوث الماء بالعديد من الملوثات البيئية وفي مقدمتها مخلفات الصرف الصحي، ولم يسلم الهواء من ذلك مما ساعد بشكل كبير في انتشار الجراثيم والملوثات الجوية المختلفة.

ويعد التنوع الحيوي الإسلامي (Islamic biodiversity) صورة رائعة من صور تنمية الموارد البيئية حيث يحدد بدقة الأسس العلمية في تنمية الموارد الطبيعية وزيادتها والعمل على صونها وحفظها بما يحقق الأمن البيئي

المطلوب . امتدت توجيهات تعاليم الدين الإسلامي القويم في مجال تعدد وتنوع مصادر تنمية الموارد البيئية والطبيعية لتشمل مختلف أنشطة الإنسان ومنها الأنشطة الزراعية والتجارية بالإضافة إلى تنمية وزيادة الحفاظ على المصادر المائية تحت مظلة الحفاظ على البيئة وأن الحفاظ عليها واجب ديني يختلف تماما عن القوانين والأنظمة التشريعية القابلة للتطبيق وعدم التطبيق تحت مختلف المسميات السياسية .

كما قدم الإسلام الأسس العامة لتنمية الموارد البيئية والحفاظ عليها من خلال التقييم البيئي (Environmental assessment) والتأهيل البيئي (Environmental rehabilitation) وأيضا الاستثمار البيئي (Environmental investment) ، وتؤدي تلك الأسس إلى تقدير كامل للموارد البيئية مع وضع الاعتبارات الخاصة بتنميتها وزيادة فرص الاستثمار بما يحقق الأهداف العامة للأمن البيئي المنشود .

وتتنوع الصور الإسلامية بخصوص تنمية الموارد البيئية وتختلف حسب البيئات المختلفة ، فنراها واضحة في تحديد تلك الموارد مع وضع الأسس السليمة لكيفية التعامل معها وعدم الإخلال بالنظام البيئي .

ثم حدد سبحانه وتعالى للإنسان كيفية التعامل مع البيئة وما تحويه من عناصر مختلفة من منظور دقيق وعلمي يعتمد في الأساس على العلم لقوله تعالى : ﴿ . . . **وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا** ﴿١١٤﴾ ﴾ (سورة طه) ثم وجهه أيضا لسلوك الطرق المثلى للحفاظ عَلى البَيئة ومواردها الطبيعية المتعددة وعدم استنزاف مواردها لقوله تعالى﴿ **إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيَاطِينِ** . . . ﴿٢٧﴾ ﴾ (سورة الإسراء) . كما أن الإنسان خليَفة الله عز وجل في الأَرض وهو المسؤول عن الحفاظ عليها وعن مواردها البيئية لقوله تعالى : ﴿ **وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلائِكَةِ**

**إِنِّي جَاعِلٌ فِي الأَرْضِ خَلِيفَةً ...** ﴿٣٠﴾ (سورة البقرة) حيث تقتضي الخلافة عدم إلحاق الضرر والإفساد في الأرض.

وعند الحديث عن التنوع الحيوي فإن الله عز وجل خلق جميع المخلوقات على صور وأشكال وأنواع مختلفة فهناك الجبال والبحار والأنهار والمحيطات والدواب والأنعام والحيوانات والنباتات لقوله تعالى: ﴿ **أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ** ﴿٢٧﴾ **وَمِنَ النَّاسِ وَالدَّوَابِّ وَالأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ ...** ﴿٢٨﴾ ﴾ (سورة فاطر). وقد كشفت العديد من الدراسات والأبحاث احتواء تلك الأنواع المختلفة على مصادر بيئية طبيعية متنوعة ففي الجبال خامات الذهب والفضة والحديد والنحاس والألمنيوم والرصاص والكوبالت والنيكل، وفي باطن الأرض خامات النفط المختلفة والغاز الطبيعي كما تختلف مكوناتها وقيمها من خام لآخر حسب طبيعته وسماكته وجودته.

كما يتضح التنوع الحيوي في النباتات لقوله تعالى: ﴿ **وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ...** ﴿١٤١﴾ ﴾ (سورة الأنعام) وقوله تعالى: ﴿ **وَالأَرْضَ وَضَعَهَا لِلأَنَامِ** ﴿١٠﴾ **فِيهَا فَاكِهَةٌ وَالنَّخْلُ ذَاتُ الأَكْمَامِ** ﴿١١﴾ **وَالْحَبُّ ذُو الْعَصْفِ وَالرَّيْحَانُ** ﴿١٢﴾ ﴾ (سورة الرحمن). وهذه صورة أخرى من صور التنوع الحيوي لقوله تعالى: ﴿ **فِيهِمَا مِن كُلِّ فَاكِهَةٍ زَوْجَانِ** ﴿٥٢﴾ ﴾ (سورة الرحمن) وقوله تعالى: ﴿ ... **وَأَنبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ** ﴿٧﴾ ﴾ (سورة ق) وهذه أوضح صورة للماء الواحد الذي ينتج عنه نباتات مختلفة في قوله تعالى: ﴿ ... **فَأَنزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ ...** ﴿٥٧﴾ ﴾ (سورة الأعراف).

كما أن هناك تنوعاً حيوياً في الأنعام لقوله تعالى: ﴿ **ثَمَانِيَةَ أَزْوَاجٍ مِّنَ الضَّأْنِ اثْنَيْنِ وَمِنَ الْمَعْزِ اثْنَيْنِ قُلْ آلذَّكَرَيْنِ حَرَّمَ أَمِ الأُنثَيَيْنِ أَمَّا اشْتَمَلَتْ عَلَيْهِ أَرْحَامُ الأُنثَيَيْنِ نَبِّئُونِي بِعِلْمٍ إِن كُنتُمْ صَادِقِينَ** ﴿١٤٣﴾ **وَمِنَ الإِبِلِ اثْنَيْنِ وَمِنَ الْبَقَرِ اثْنَيْنِ** ...﴿١٤٤﴾ ﴾ (سورة الأنعام) وقوله تعالى: ﴿ **وَالْخَيْلَ وَالْبِغَالَ وَالْحَمِيرَ لِتَرْكَبُوهَا وَزِينَةً وَيَخْلُقُ مَا لا تَعْلَمُونَ** ﴿٨﴾ ﴾(سورة النحل) ثم انظر إلى الصورة الجلية للتنوع الحيوي في الأصناف النباتية المختلفة المفضلة وغير المفضلة في الأكل وذلك في قوله تعالى: ﴿ **وَفِي الأَرْضِ قِطَعٌ مُّتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ يُسْقَىٰ بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفَضِّلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِي الأُكُلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ** ﴿٤﴾ ﴾ (سورة الرعد) وقوله تعالى: ﴿ **يُنبِتُ لَكُم بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالأَعْنَابَ وَمِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ** ...﴿١١﴾ ﴾ (سورة النحل) وهذه صورة أخرى للتنوع الحيوي لفائدة الأنعام في قوله تعالى: ﴿ **وَالأَنْعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنَافِعُ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ** ﴿٥﴾ ﴾ (سورة النحل). وقد تعددت تلك المنافع ذات التنوع الحيوي في الوقت الحالي ولقوله تعالى: ﴿ **وَمَا ذَرَأَ لَكُمْ فِي الأَرْضِ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَةً لِّقَوْمٍ يَذَّكَّرُونَ** ﴿١٣﴾ ﴾ (سورة النحل). وهذه أيضا صورة من صور التنوع الحيوي للبحار في قوله تعالى: ﴿ **وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِن فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ** ﴿١٤﴾ ﴾ (سورة النحل) حيث لا يستطيع الإنسان أن يدرك الأنواع المختلفة للكائنات البحرية في الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات وتنوعها.

والتنوع الحيوي في الإسلام يهدف إلى قيادة الإنسان إلى استنباط واستخراج الموارد البيئية الطبيعية والاستفادة منها، كما يحثه على المضي قدما في تطوير تلك الموارد البيئية بما يحقق الأهداف السامية للأمن البيئي. وقد كانت الشعوب الإسلامية في الماضي ذات ارتباط وثيق بتعاليم الدين

الإسلامي وبخاصة في مجال العلوم التطبيقية وقد برز في هذا المجال التطبيقي البحثي العديد من العلماء الذين لهم الفضل بعد الله عز وجل في وضع المبادىء العامة للعلوم الطبية والكيميائية والفيزيائية والغذائية . وقد ازدهرت الصناعات المختلفة كما تم استنباط العديد من الأدوية والأعشاب المتنوعة وتنوعت أيضا المصادر الغذائية . وبالنظر إلى مدى الاستفادة من مفهوم التنوع الحيوي في دول الخليج العربي نجد أن الحاجة ماسة في الوقت الحالي للاتجاه لإيجاد الأسس العامة لمخرجات التنوع الحيوي في المناهج والمقررات الدراسية كما أن على الجامعات والمعاهد ومراكز الأبحاث الخليجية تكثيف الجهود للاستفادة من البرامج والخطط العالمية للتنوع الحيوي .

وصور التنوع في الإسلام عديدة ولا يمكن الإلمام بها لقوله تعالى : ﴿ **وَإِن تَعُدُّوا نِعْمَةَ اللَّهِ لا تُحْصُوهَا إِنَّ اللَّهَ لَغَفُورٌ رَّحِيمٌ** ﴿١٨﴾ ﴾ (سورة النحل) . ومن ذلك تتضح صورة رائعة من صور التنوع الحيوي للعسل في قوله تعالى : ﴿ **. . . يَخْرُجُ مِن بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِّلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ** ﴿٦٩﴾ ﴾ (سورة النحل) ولقوله تعالى : ﴿ **وَإِنَّ لَكُمْ فِي الأَنْعَامِ لَعِبْرَةً نُّسْقِيكُم مِّمَّا فِي بُطُونِهِ مِن بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَّبَنًا خَالِصًا سَائِغًا لِّلشَّارِبِينَ** ﴿٦٦﴾ ﴾ (سورة النحل) ولقوله تعالى : ﴿ **وَمَا يَسْتَوِي الْبَحْرَانِ هَذَا عَذْبٌ فُرَاتٌ سَائِغٌ شَرَابُهُ وَهَذَا مِلْحٌ أُجَاجٌ وَمِن كُلٍّ تَأْكُلُونَ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُونَ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلْكَ فِيهِ مَوَاخِرَ لِتَبْتَغُوا مِن فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ** ﴿١٢﴾ ﴾ (سورة فاطر) ولقوله تعالى : ﴿ **وَمِنْ آيَاتِهِ خَلْقُ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضِ وَمَا بَثَّ فِيهِمَا مِن دَابَّةٍ . . .** ﴿٢٩﴾ ﴾ (سورة الشورى) .

تلك الصور القرآنية الرائعة كشفت بجلاء للإنسان أهمية التنوع الحيوي لبناء مسيرته وتحقيق رفاهيته ولكن ليس على حساب الموارد البيئية ، لذا فإن الإنسان سعى في العديد من دول العالم إلى الاستفادة من التنوع الحيوي

عن طريق المحاكاة والاستنباط والاختراع حيث تعد الهندسة الوراثية وعلم الوراثة وعلم النبات والحيوان التهجيني وعلم الأغذية والألبان صورة من صور التنوع الحيوي لاستخراج العديد من المشتقات المختلفة من منتج واحد لأنواع مختلفة، ومن ثم تطوير تلك الأنواع المختلفة لتلبي حاجة الإنسان ورفاهيته حيث استطاع استخراج المضادات الحيوية والانزيمات والأحماض المختلفة والفيتامينات ونواتج التخمر المختلفة.

وهذه صورة أخرى جامعة للتنوع الحيوي في الإسلام في قوله تعالى: ﴿ **وترى الأرض هامدة فإذا أنزلنا الماء عليها اهتزت وربت وأنبتت من كل زوج بهيج** ﴿٥﴾ ﴾ (سورة الحج) ولقوله تعالى: ﴿ **فَلْيَنظُرِ الإِنسَانُ إِلَىٰ طَعَامِهِ** ﴿٢٤﴾ **أَنَّا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا** ﴿٢٥﴾ **ثُمَّ شَقَقْنَا الأَرْضَ شَقًّا** ﴿٢٦﴾ **فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا** ﴿٢٧﴾ **وَعِنَبًا وَقَضْبًا** ﴿٢٨﴾ **وَزَيْتُونًا وَنَخْلاً** ﴿٢٩﴾ **وَحَدَائِقَ غُلْبًا** ﴿٣٠﴾ **وَفَاكِهَةً وَأَبًّا** ﴿٣١﴾ **مَتَاعًا لَّكُمْ وَلأَنْعَامِكُمْ** ﴿٣٢﴾ ﴾ (سورة عبس) ولقوله تعالى: ﴿ **وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهِ لَقَادِرُونَ** ﴿١٨﴾ **فَأَنشَأْنَا لَكُم بِهِ جَنَّاتٍ مِّن نَّخِيلٍ وَأَعْنَابٍ لَّكُمْ فِيهَا فَوَاكِهُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ** ﴿١٩﴾ ﴾ (سورة المؤمنون). فالماء المقصود هنا الماء الجوفي وهذه صورة من صور التنوع الحيوي للماء ثم انظر أيضا إلى قوله تعالى: ﴿ **وَهُوَ الَّذِي أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ** ﴿٩٩﴾ ﴾ (سورة الأنعام) ولقوله تعالى: ﴿ **الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنتُم مِّنْهُ تُوقِدُونَ** ﴿٨٠﴾ ﴾ (سورة يس). وتلك الآيات الكريمة ليست لمجرد القصص والتسلية وإنما تحث الإنسان على التفكر والتدبر والاستنباط والمحاكاة والعمل على تنمية الموارد البيئية وعدم الإسراف والاستنزاف مما يعرض

النظام البيئي للاختلال وحدوث المشكلات والأضرار الصحية والبيئية والاقتصادية وتلك المحاكاة كما أسلفنا تعتمد في الدرجة الأولى الحث على الأخذ بطرق العلم المختلفة التي حددها الإسلام لصالح الإنسان.

وللتأكيد على التنوع الأحيائي للحفاظ على الكائنات الحية من الانقراض ما أمر الله به عزل وجل سيدنا نوح عليه الصلاة والسلام في قوله تعالى: ﴿ ... **فَاسْلُكْ فِيهَا من كُلٍّ زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ ...﴿٢٧﴾** ﴾ (سورة المؤمنون) وذلك لضمان استمرار الجنس البشري بإذن الله تعالى بعد الطوفان فسارت سفينة نوح عليه السلام وهي تحمل من كل الأنواع الحية زوجين من الإنسان والحيوان والنبات والمخلوقات الأخرى وهذا توجيه رباني للإنسان للحفاظ على مصادر التنوع الحيوي.

ولم يغفل الإسلام ضرورة الحفاظ على مكونات التنوع الحيوي وذلك في قوله تعالى: ﴿ ... **وَلا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾** ﴾ (سورة الأنعام) ولقوله تعالى: ﴿ **وَإِن مِّن شَيْءٍ إِلاَّ عِندَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنَزِّلُهُ إِلاَّ بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ ﴿٢١﴾** ﴾ (سورة الحجر). وهذه أيضاً صورة من صور الحفاظ على الموارد البيئية عن طريق الخزن الاستراتيجي في قوله تعالى: ﴿ **قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَأَبًا فَمَا حَصَدتُّمْ فَذَرُوهُ فِي سُنبُلِهِ إِلاَّ قَلِيلاً مِّمَّا تَأْكُلُونَ ﴿٤٧﴾** ﴾ (سورة يوسف) ثم الاستفادة من الفائض لحين الحاجة لقوله تعالى: ﴿ **ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعٌ شِدَادٌ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلاَّ قَلِيلاً مِّمَّا تُحْصِنُونَ ﴿٤٨﴾** ﴾ (سورة يوسف)، ثم حدد الإسلام كيفية مواجهة الأزمات والشدائد عند نقص الغذاء وذلك في قوله تعالى: ﴿ **ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ عَامٌ فِيهِ يُغَاثُ النَّاسُ وَفِيهِ يَعْصِرُونَ ﴿٤٩﴾** ﴾ (سورة يوسف). وتوجد في الوقت الحالي العديد من العلوم المختلفة مثل إدارة الأزمات وعلوم التخزين وحفظ الطعام والتي تعد بحق صورة من صور التنوع الحيوي في الإسلام.

ولم يقتصر التوجيه إلى التنوع الحيوي في الإسلام على الاستفادة من المصادر البيئية لرفاهية وسعادة الإنسان وإنما حدد الضوابط الخاصة بالاستفادة من تلك الموارد البيئية المتجددة من الحلال من الطيبات من الرزق وذلك في قوله تعالى: ﴿ **يَسْأَلُونَكَ مَاذَا أُحِلَّ لَهُمْ قُلْ أُحِلَّ لَكُمُ الطَّيِّبَاتُ** ... ﴿٤﴾ ﴾(سورة المائدة).

ولم يغفل التوجيه الإسلامي زيادة الموارد البيئية والحفاظ عليها بل حث عليها لقوله ﷺ: «لا تسرف ولو كنت على نهر جار» (متفق عليه)، وقوله ﷺ: «ما من مسلم يغرس غرسا أو يزرع زرعا فيأكل منه طير أو إنسان أو بهيمة إلا كان له به صدقة» (متفق عليه).

تلك كانت لمحة للتنوع الحيوي في الإسلام علما بأن المتتبع لكتاب الله عز وجل وسنة نبيه عليه الصلاة والسلام يجد الآيات القرآنية والأحاديث النبوية الشريفة تحث المسلم على العمل والاستنباط وكسب القوت الحلال وتلك الدعوة تحتاج في الوقت الحالي إلى المزيد من التوجه للجوانب التطبيقية والكشف عن المزيد منها ضمن مفهوم الإعجاز القرآني والسنة النبوية المطهرة.

## ١ . ٣ جرائم البيئة

خلق الله عز وجل الإنسان ثم أمره بالسكن والاستيطان في الأرض واستخلفه فيها الأرض بقوله تعالى: ﴿ **الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً** ... ﴿٢٢﴾ ﴾ (سورة البقرة) وقوله تعالى: )﴿ **وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً** ... ﴿٣٠﴾ ﴾ (سورة البقرة). تقتضي الخلافة الامتثال لأوامر الله عز وجل واجتناب نواهيه والحفاظ على البيئة لقوله

تعالى: ﴿ ...كُلُوا وَاشْرَبُوا مِن رِّزْقِ اللَّهِ وَلا تَعْثَوْا فِي الأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٦٠﴾ ﴾ (سورة البقرة). وتلك الآيات الكريمة توضح بجلاء أن الله استخلف الإنسان في الأرض ليعمرها ويعبده عز وجل على بصيرة، ثم وقعت أول جريمة في الأرض عندما قتل قابيل أخاه هابيل، لقوله تعالى: ﴿ وَاتْلُ عَلَيْهِمْ نَبَأَ ابْنَيْ آدَمَ بِالْحَقِّ إِذْ قَرَّبَا قُرْبَانًا فَتُقُبِّلَ مِنْ أَحَدِهِمَا وَلَمْ يُتَقَبَّلْ مِنَ الآخَرِ قَالَ لأَقْتُلَنَّكَ قَالَ إِنَّمَا يَتَقَبَّلُ اللَّهُ مِنَ الْمُتَّقِينَ ﴿٢٧﴾ لَئِن بَسَطتَ إِلَيَّ يَدَكَ لِتَقْتُلَنِي مَا أَنَا بِبَاسِطٍ يَدِيَ إِلَيْكَ لأَقْتُلَكَ إِنِّي أَخَافُ اللَّهَ رَبَّ الْعَالَمِينَ ﴿٢٨﴾ إِنِّي أُرِيدُ أَن تَبُوءَ بِإِثْمِي وَإِثْمِكَ فَتَكُونَ مِنْ أَصْحَابِ النَّارِ وَذَلِكَ جَزَاءُ الظَّالِمِينَ ﴿٢٩﴾ فَطَوَّعَتْ لَهُ نَفْسُهُ قَتْلَ أَخِيهِ فَقَتَلَهُ فَأَصْبَحَ مِنَ الْخَاسِرِينَ ﴿٣٠﴾ ﴾ (سورة المائدة). عندما لم يدرك قابيل ماذا يفعل بجثة أخيه الملقاة على الأرض تدخل الإعجاز الإلهي فبعث غراباً يدله على كيفية التعامل مع الجثة لقوله تعالى: ﴿ فَبَعَثَ اللَّهُ غُرَابًا يَبْحَثُ فِي الأَرْضِ لِيُرِيَهُ كَيْفَ يُوَارِي سَوْءَةَ أَخِيهِ قَالَ يَا وَيْلَتَى أَعَجَزْتُ أَنْ أَكُونَ مِثْلَ هَذَا الْغُرَابِ فَأُوَارِيَ سَوْءَةَ أَخِي فَأَصْبَحَ مِنَ النَّادِمِينَ ﴿٣١﴾ ﴾ (سورة المائدة). وتلك كانت بداية مرحلة الحفاظ على البيئة ومنع انتشار الأوبئة والأمراض من جثث الإنسان وجيف الحيوانات والمخلفات النباتية والعضوية. ثم يقرر الإسلام أن عقوبة قتل النفس والإنسان من الكبائر العظيمة عند الله عز وجل لقوله تعالى: ﴿ مِنْ أَجْلِ ذَلِكَ كَتَبْنَا عَلَى بَنِي إِسْرَائِيلَ أَنَّهُ مَن قَتَلَ نَفْسًا بِغَيْرِ نَفْسٍ أَوْ فَسَادٍ فِي الأَرْضِ فَكَأَنَّمَا قَتَلَ النَّاسَ جَمِيعًا وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا وَلَقَدْ جَاءَتْهُمْ رُسُلُنَا بِالْبَيِّنَاتِ ثُمَّ إِنَّ كَثِيرًا مِّنْهُم بَعْدَ ذَلِكَ فِي الأَرْضِ لَمُسْرِفُونَ ﴿٣٢﴾ ﴾ (سورة المائدة).

وتتوالى جرائم البيئة (Environmental crimes) لتصل في الوقت الراهن لمستوى عال من الفساد والهلاك والدمار والممثلة في الحرب الشاملة والتي تتضمن الحرب الحيوية (Biological war) والحرب الكيميائية (Chemical war)

والحرب النووية (Nuclear war) والتي تستخدم فيها أسلحة دمار شامل فتاكة ذات قدرات عالية جدا على الإصابة والانتشار والتأثير والتدمير.

وعموما فإنه توجد في الوقت الراهن العديد من جرائم البيئة المختلفة والتي يطلق عليها الملوثات البيئية (Environmental pollutants) وتلك الملوثات (الجرائم) البيئية تختلف من بيئة لأخرى ومن دولة لأخرى ولكنها تشترك جميعا في كونها ملوثات بيئية خطيرة تسبب العديد من الأضرار والمشكلات الصحية والاقتصادية. والجرائم البيئية تختلف عن الجرائم التقليدية مثل جرائم القتل والسرقة وابتزاز الأموال والاحتيال والنصب وسوء السلوك في كونها ذات تأثير شامل. كما أن التلوث لا يعترف بالحدود وذو انتشار سريع ومدمر، وقد كشفت العديد من الحوادث البيئية الحجم الهائل من الدمار والهلاك الذي امتد ليشمل العديد من الدول نتيجة لحدوث تلوث بيئي في دولة ما ومن ذلك التلوث النفطي والإشعاعي والميكروبي بالإضافة إلى تسجيل بعض الملوثات البيئية في القطبين الشمالي والجنوبي.

ومن أهم الملوثات البيئية في الوقت الراهن التلوث المائي(Water pollution) والتلوث الهوائي (Air pollution) والتلوث الغذائي (Food pollution) والتلوث الكيميائي (Chemical pollution) والتلوث بمخلفات الصرف الصحي والمبيدات والتلوث الإشعاعي بالإضافة إلى ثقب طبقة الأوزون والتلوث المعدني (Mineral pollution) والنفايات الطبية (Medical waste) والنفايات الخطرة والتلوث بالمطر الحمضي (Acid rains) والتلوث النفطي (Petroleum pollution) بالإضافة إلى التلوث الضوضائي والكهرومغناطيسي والتلوث بالغازات والأكاسيد والأبخرة الضارة والتلوث بالمخصبات الزراعية والجرائم البيئية الناتجة عن التدفقات الصناعية (Industrial effluents) والجرائم البيئية للغطاء النباتي وانجراف التربة وما لحق

من أضرار صحية واقتصادية بالثروة الحيوانية والتلوث البيئي بالمنظفات الصناعية والمنزلية والتلوث الحراري والتلوث بمياه الصناعات المختلفة والملوثات الصادرة من السيارات ومختلف وسائل النقل. وعموما فإن التلوث الحيوي والكيميائي والنووي يعد في الوقت الراهن من ضمن أهم الجرائم البيئية التي طورها الإنسان وحولها إلى أسلحة دمار شامل بل وسعى إلى إيجاد أفضل الطرق لتفعيل قدرتها القتالية للسيطرة والهيمنة وإلحاق الدمار والهلاك للإنسانية.

إذًا يمكن القول أن جرائم البيئة عبارة عن مشكلات ذات سلاسل عالمية متصلة معا وتلك الجرائم تضامنا مع الأنظمة البيئية العالمية والإقليمية يمكن حماية البيئة منها. وتلك الجرائم كما أسلفنا عبارة عن ملوثات بيئية تضاف إلى التربة والماء والهواء كما أنها تدفع بالكائنات الحية والنباتات والحياة الفطرية عموما وتهدد استقامة الأنشطة الحيوية على سطح الأرض، وعبر العالم فإن تلك الملوثات (أداة الجرائم البيئية) تتخذ العديد من الأشكال والصور والتي تتضمن وجودها في الحياة البحرية وطبقة الأوزون والمركبات المستنزفة بالإضافة إلى النفايات الخطرة المدفونة في الماء والتربة.

جرائم البيئة مع الجرائم المنظمة تسبب تحطيماً جزئياً أو كلياً للنظام البيئي (Ecosystem) والذين ربما ينتج عنها العديد من المشكلات الصحية للإنسان.

المحرك على المضي في قيادة جرائم البيئة والكشف عنها يكلّف المبالغ المالية الباهظة لإزالتها والتخلص منها، وفي بعض حالات تلك الجرائم لا تتضح صور التلوث مما يؤدي إلى عدم تحديد آثارها وأضرارها المختلفة، وبالتالي عدم القدرة على إصدار العقوبات المتعلقة بها.

من جرائم البيئة في الوقت الراهن المتاجرة بالأنواع الحيوانية النادرة،

والدفن غير القانوني للنفايات وذلك للخروج من مأزق التخلص عالي التكلفة ذتلك يؤدي إلى حدوث ثبات الأنظمة التشريعية البيئية ويؤدي أيضا إلى إيجاد تنافس غير صحيح من قبل بعض المؤثرين في صنع القرار البيئي .

كما تجب الإشارة إلى أن شرطة الإنتربول العالمية أصبحت أيضا تناضل وتقاتل من أجل الحد من جرائم البيئة ، وعقدت لذلك مؤتمراً عاماً (١٩٩٢م) تحت مسمى «مؤتمر الإنتربول لجرائم البيئة» . وقد حضر ذلك المؤتمر تقريبا (٤٠) دولة من دول العالم ، وقد خرج ذلك المؤتمر بالعديد من التوصيات . بالإضافة إلى السابق فإن هناك اهتماما عالميا أيضا بجرائم البيئة من قبل مجموعة عمل الحياة الفطرية ، ومجموعة عمل جرائم التلوث ، ثم كانت خطة الإنتربول لاستراتيجية مجموع العمل للحياة البرية (Interpol Wildlife Working Group Strategic Plan) عام (١٩٩٤م) حيث تم إنشاء مجموعة لجرائم الحياة البرية بواسطة العديد من أعضائها ومنها تم توظيف بعض الأعضاء من مختلف الدول .

كان هدف هذه المجموعة اتخاذ القرارات ووضع الخطط الاستراتيجية لمعرفة كيفية مساعدة الإنتربول للحفاظ على الحياة البرية والبيئية والمساعدة في شبكات الأعمال الدولية لجرائم البيئة ، ولأنه تم إعادة تركيبها وتكوينها عام (١٩٩٨م) فإن اسم المجموعة قد تغير ويطلق عليها حاليا «مجموعة عمل الإنتربول للحياة البرية» (IWWG) ، ثم تتوالى اجتماعات المجموعة لإصدار العديد من الأهداف المختلفة ضد جرائم البيئة ومنها مناطق الاتصال العالمية ، كما أنها حددت الواجبات والمهمات الفردية والجماعية ودعت أيضا إلى دعوة المهتمين في مجال جرائم البيئة ، كما تزودت بوسائل الاتصال وقواعد المعلومات البيئية وشبكات من المعلومات العالمية مما مكن من البحث في المسائل القضائية بخصوص جرائم الحياة البرية .

وتحت سلاسل متعددة من المحاولات فإن (IWWG) حققت العديد من الانتصارات وبخاصة ضد جرائم البيئة المنظمة وخصوصا تهريب الحياة البرية والحيوانات المختلفة.

ونتيجة لزيادة جرائم الأنشطة البيئية المختلفة بالإضافة إلى اتباع طرق التهريب غير المشروعة والتجارة المشروعة للنباتات والحيوانات، فإن جرائم البيئة تعددت واتخذت العديد من الأهداف الدولية المختلفة، مما تطلب معه زيادة طرق الرقابة مع إصدار الأنظمة التشريعية للحفاظ على البيئة من الجرائم البيئية المتعددة، وللتعامل مع متغيرات جرائم البيئة فإن (IWWG) أنشأت لها فروعا في كل من إفريقيا وأمريكا الوسطى والجنوبية وشمال أمريكا وآسيا وأوروبا، وذلك لضمان التعاون الدولي ضد جرائم البيئة وأن الأنشطة العالمية تناصر وتؤيد الأهداف العامة للحفاظ على البيئة ولإحداث علاقات حديثة مع الدول المتطورة ومع الدول التي تعد المصادر الأساسية للحياة الفطرية بالإضافة إلى ضرورة التأكيد على أن برامج الحفاظ على البيئة ضد جرائم البيئة تتلاءم مع الأنشطة المختلفة لمجموعة (IWWG) والعمل على جمع المعلومات الحديثة والصحيحة للأنشطة المختلفة لجرائم البيئة التي تمارس في أماكن مختلفة من العالم مع إيجاد أفضل الوسائل والطرق للاستفادة من الأنشطة العالمية في مجال الحد من جرائم البيئة.

إن الأهداف العامة للحد من جرائم البيئة تتمثل في إيجاد الشرعية (Mandate) العامة للأنظمة التشريعية ضد جرائم البيئة والعمل على وضع رؤيا (Vision) عامة لجرائم البيئة تعكس مدى الضرر الحاصل من جرائم البيئة على الإنسان والبيئة ثم بعث رسائل (Missions) بيئية لمختلف الحكومات والمؤسسات الأهلية للعمل على تشجيع تطبيق الأنظمة التشريعية البيئية للحد من جرائم البيئة والمساعدة في أعمال الحفاظ على البيئة وتحسين وسائل الاتصال المختلفة وتأسيس البرامج العلمية للتوعية البيئية.

بالإضافة إلى السابق فقد تم إنشاء مجموعة عمل لجرائم التلوث (Pollution Crimes Working Group)، حيث أن التلوث يهدد البيئات الطبيعية وصحة الإنسان بالإضافة إلى المصادر المائية وجودة الهواء الجوي والغذاء، كما أن طرح النفايات غير المصرح به في الماء والتربة يتولد عنه العديد من الأضرار والمشكلات البيئية والصحية والاقتصادية. وقد أسهمت تلك المجموعة في إيجاد صدى واسع خصوصا عند الدول قليلة الإمكانيات المادية ضد خطر التلوث البيئي حيث إن الملوثات الخطيرة تحتاج إلى مبالغ عالية واحتياطات وترتيبات خاصة، كما كشفت للدول الفقيرة أن دفن النفايات أو حرقها يؤدي إلى حدوث اختلال خطير في التوازن البيئي. وعليه فإن مجموعة الإنتربول الدولية لجرائم البيئة تعد منتديات جيدة للبحث عن جرائم البيئة حول العالم ولاكتساب المناقشات الجيدة والدراسات والأبحاث التطبيقية وإيجاد الأدوار والوظائف الحقيقية لخبراء الحفاظ على البيئة مع الكشف عن أضرار ومخاطر النفايات والمخلفات، والعمل على إبراز الدراسات الخاصة بالتقييم والتأهيل والاستثمار البيئي، وإيضاح خطورة دفن النفايات في البحار والمحيطات والحفاظ على عدم اتساع ثقب واستنفاذ طبقة الأوزون.

كما أن من أهم أهداف مجموعة العمل على مكافحة جرائم التلوث البيئي البحث عن مصادر تطبيق الأنظمة البيئية والعمل على جمع المعلومات البيئية الخاصة بالأنشطة المختلفة لجرائم البيئة في أماكن مختلفة من العالم مع وضع القواعد الأولية لمتطلبات الحد من التلوث البيئي والتأكيد على ضرورة الاستفادة من الرسائل البيئية بين مختلف دول العالم.

عموما فإن من أهداف مجموعة عمل مكافحة جرائم التلوث الكشف والتركيز على جرائم البيئة في مختلف أنحاء العالم، مع إيجاد الوسائل

المقننة والمحددة والقياسية للتعامل مع جرائم التلوث، والتأكيد على دعمها للأنشطة العالمية وتقديمها لكافة أنواع الدعم ضد جرائم التلوث البيئي.

وكان من أهم برامج مجموعة مكافحة جرائم التلوث أنها عززت أعمال الانتربول والدول المختلفة في مجال الحفاظ على البيئة، وشاركت في جميع الأعمال العالمية وبخاصة ذات الاهتمام الخاص بجرائم التلوث البيئي، كما أنها وفرت وسائل التقنية المختلفة للتعامل مع التلوث البيئي. وشاركت في أعمال التوعية البيئية، كما ركزت على الأهداف العالمية العامة في مجال جرائم البيئة وكيفية الاستفادة منها في تطبيق الأنظمة والحفاظ على البيئة، بالإضافة إلى السابق فإن اللجنة العامة لجرائم التلوث البيئي قامت بالتعاون مع مجاميع الانتربول كما مددت أعمالها مع المؤسسات المشابهة لها وساعدت أيضا الأعضاء على دعم وتقوية الروابط البيئية لإنشاء قواعد للمعلومات البيئية مع المنظمات العالمية مثل الأمم المتحدة واتفاقية (Besel) ومنظمة الجمارك العالمية والشبكة العالمية للإذعان والتطبيق البيئي.

اعتمدت مجموعة عمل مكافحة جرائم التلوث البيئي على سمعة وشهرة الانتربول لإيجاد قواعد للمشاركة المعلوماتية بالإضافة إلى الخطط والاستراتيجيات البيئية المختلفة.

والسؤال الذي يطرح نفسه ماذا يجب علينا العمل على مكافحة جرائم البيئة في الوقت الراهن؟ إن الإجابة على هذا السؤال صعبة جدا ولا يمكن بأي حال من الأحوال حصر المطلوب في الإجابة عن السؤال السابق لكن يمكن القول عموما أن الاهتمام العالمي والإقليمي والمحلي بجرائم البيئة يجب أن يشمل تضافر الجهود للعمل على تحديث الأنظمة التشريعية البيئية، وإبرازها للوجود إلى جانب المجالات التطبيقية المختلفة، وحث جميع دول

العالم بلا استثناء على مواكبة التغيرات والتحديات المختلفة في مجال جرائم البيئة، وبعد ذلك فإن هناك العديد من الضوابط والبرامج والخطط والاستراتيجية البيئية للحد من تطور جرائم البيئة.

يجب ألا ننسى في هذا المقام جرائم البيئة التي حدثت في منطقة الخليج العربي خلال حروب الخليج الثلاثة، وأدى ذلك إلى حدوث العديد من الأضرار والمشكلات البيئية والصحية والاقتصادية كما تأثرت حركة الملاحة البحرية وحدث اختلال رهيب في الاتزان البيئي، وتأثر الكائنات البحرية والنباتات، كما تأثر بشدة نهرا الفرات ودجلة وتحطمت السبخات الملحية في مناطق العراق مع ملاحظة أن جميع مناطق العراق في الوقت الراهن نتيجة لوجود قوات التحالف الأجنبية وفي مقدمتها الاحتلال الأمريكي أصبحت ملوثة بالعديد من الملوثات البيئية المختلفة، وهذه تعد في الوقت الراهن من أخطر جرائم البيئة. كما أن الاعتداءات على البيئية في العراق ما تزال مستمرة منذ العهد السابق وحتى الوقت الراهن بل يمكن القول أنها في زيادة نتيجة لاستمرار تدفق التلوث من حقول النفط، وعدم وجود اللقاحات والأدوية اللازمة للحد من انتشار الأوبئة والأمراض، بالإضافة إلى التردي في الإصحاح البيئي والنقص الحاد في المستلزمات الأساسية وتدني مستوى خدمات البنية التحتية.

جرائم البيئة عموما تهدد الصحة العامة والمصادر الطبيعية على سطح الأرض، لكن المطمئن الآن أن اللوائح البيئية العقابية أصبحت إلزامية وإجبارية التنفيذ كما إن العديد من جرائم البيئة تم الكشف عنها كما أن رمي النفايات والمخلفات أصبح جريمة يعاقب عليها. ففي الولايات المتحدة الأمريكية تقوم الهيئة الأمريكية للحفاظ على البيئة (US Environmental Protection Agency) وحرس الساحل الأمريكي بالإضافة إلى العديد من

الهيئات النظامية ذات القدرة الكبيرة بمتابعة جرائم البيئة ومحاولة الحد منها . وحتى يمكن فهم مختلف أنواع جرائم البيئة فإنه لابد من التطرق إلى بعض تلك الجرائم البيئية .

سوف يتم - إن شاء الله تعالى - في الفصول القادمة من هذا الكتاب التعرض لبعض أهم جرائم البيئة والتي يمكن من خلالها ملاحظة الأضرار البيئية والصحية والاقتصادية ، كما سيتم أيضا الكشف عن بعض الأنظمة التشريعية البيئية لكل جريمة من جرائم البيئة مع إيجاد الحلول الكفيلة بالحد منها بالإضافة إلى تقديم بعض التوصيات .

# الفصل الثاني

## التلوث

# ٢. التلوث

## ٢ .١ التلوث المائي

تعد جريمة التلوث المائي (Water pollution) من أهم وأخطر الجرائم البيئة التي ارتكبها الإنسان ضد المصادر المائية المختلفة حيث إن الماء يعد عصب الحياة لقول تعالى: ﴿ ...وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾ ﴾ (سورة الأنبياء) كما أنه المكوّن الأَساسي لَلخلية الحَية وَفيه تتمَ جميع العمليات الكيموحيوية المختلفة للكائن الحي.

يعد الماء ذا أهمية خاصة للعديد من الصناعات المختلفة والأنشطة الزراعية بالإضافة إلى أنه وسيلة من وسائل المواصلات المهمة.

نتيجة للاستنزاف الجائر للمصادر المائية المختلفة فإن كميات المياه في أماكن مختلفة من العالم أصبحت مهددة بالنضوب، لذا فقد كان الاتجاه إلى إيجاد مصادر بديلة للمياه هو الحل الأمثل في الوقت الراهن حيث تعد تحلية المياه المالحة الورقة الرابحة في العديد من دول العالم وخصوصا دول منطقة الخليج العربي، وبالمقابل فإن هناك كميات من مياه الصرف الصحي لم تتم الاستفادة منها الاستفادة الفعلية، وهذا يمكن أن يعد رافدا جيدا لمصادر بديلة للمياه وبخاصة للاستهلاك الزراعي في منطقة الخليج العربي.

كما أن مصادر المياه في الوقت الراهن معرضة أيضا لخطر العديد من الملوثات البيئة وفي مقدمتها التلوث الميكروبي(Microbial pollution)، ومن أهم الحالات التي تم اكتشافها للتلوث الميكروبي عام (١٨٥٤م) حيث لوحظ تلوث المياه ببكتيريا الكوليرا وكان ذلك الوباء ذا خطورة كبيرة مما تم معه أخذ الاحتياطات الخاصة بالصحة العامة ومصادر التلوث المائي والمقاومة

الميكروبية، ثم توالت الاكتشافات المختلفة لتلوث الماء بالعديد من الملوثات البيئية الأخرى غير الماء مثل التلوث الكيميائي، والتلوث بمخلفات الصرف الصحي وبالمبيدات والمخصبات الزراعية، والتلوث بالأوليات والمنظفات والمذيبات العضوية والتلوث المائي بالنفط ومشتقاته وبالعناصر المعدنية الثقيلة.

وحاليا فإن هناك اهتمامات خاصة للحد من تلوث المياه وبخاصة الصالحة للاستهلاك الآدمي ولأنشطته المختلفة، وبعد الحرب العالمية الثانية فإن الاهتمام العالمي أصبح ذا أهمية خاصة للحفاظ على المصادر المائية نتيجة لقيام العديد من الصناعات الزراعية والطبية والكيميائية والتي تحتاج الماء كمتطلب أساسي. وقد صدر النظام العام عام (١٩٧٢م) في الولايات المتحدة للحفاظ على مراقبة المياه، وفي كندا عام (١٩٧٠م) صدر أيضا قرار إعادة المصادر المائية.

كما حدث تلوث مائي من جراء الثورة الصناعية في بريطانيا وأوروبا واليابان بالإضافة إلى العديد من الدول الصناعية الكبرى نتيجة طرح المخلفات والنفايات الصناعية في البحيرات والأنهار.

التلوث المائي مصطلح علمي يطلق على الماء الملوث من حيث الطعم واللون والشكل والرائحة، ومنها تتحدد مدى صلاحية الماء للاستهلاك الآدمي، ثم إن هناك مواصفات ميكروبيولوجية وكيميائية للتأكد من صلاحية الماء للاستخدام الآدمي.

فالمواصفات الميكروبيولوجية للماء تتضمن خلو الماء من الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms) والأوليات (Protozoa)، حيث أمكن ملاحظة أن الماء يتلوث بتلك الكائنات الحية محدثا العديد من الأمراض ومنها على

سبيل المثال الكوليرا والتيفوئيد والسل، كما تتأكد صلاحية الماء بعمل فحص ميكروبيولوجي دوري للمياه وللتأكد من خلوها من بكتيريا القولون (Coliform bacteria) وخصوصا بكتيريا E.coli واستنادا إلى المعدلات المقبولة فإنه يجب ألا تحتوي بأي حال من الأحوال على أية خلية لبكتيريا القولون في (١٠٠) مل من الماء المراد فحصه والتأكد من صلاحيته للاستهلاك الآدمي (ابن صادق، ١٤٢٠هـ).

وعموما فقد تم عزل العديد من الكائنات الحية الدقيقة من المياه الملوثة ومنها على سبيل المثال بكتيريا Achromobacter sp. & Micrococccus sp. &Pseudomonas sp. Sarcina والفطرة Liptomitus sp. & Micromyces sp. &Sapromyces sp. ومن الأوليات أميبا الزحار Entamobahistolytica &Paramecium sp. و Amoeba sp. بالإضافة إلى لاقمات البكتيريا (Bacteriophages).

كما توجد في الماء العديد من المجاميع الفيروسية ومنها الفيروسات السنجابية والتي تتسبب في الإصابة بشلل الأطفال والفيروسات الكوكساكية والفيروسات الإيكوية وفيروسات التهاب الكبد والفيروسات الغدية وفيروسات روتا، استنادا إلى الفحص الميكروبيولوجي للماء لابد من إجراء الاختبارات التالية:

أ- الفحص الاحتمالي (Presumptive test).

ب- الفحص التأكيدي (Confirmed test).

جـ- الفحص التكميلي (Completed test).

ومن تلك الاختبارات يتحدد مدى صلاحية الماء للشرب وللاستخدامات المختلفة.

تتلوث المصادر المائية أيضا بالعديد من الملوثات البيئية وفي مقدمتها العناصر المعدنية الثقيلة (Heavy metals) ومنها على سبيل المثال الرصاص والزئبق والنيكل والكادميوم والكوبلت والنيكل، حيث إن تلك العناصر المعدنية الثقيلة تدخل في العديد من الصناعات المختلفة مثل صناعة المبيدات والمخصبات الزراعية والإطارات والدهانات والأسمنت والزجاج والبطاريات، كما أن عوادم السيارات مصادر رئيسة للتلوث المائي بمركبات الرصاص.

وتعد ظاهرة الازدهار (Eutrophication) مؤشرا قويا لتلوث الماء بعنصر النترات مما يؤدي إلى إصابة الأطفال بمرض ظاهرة زرقة الدم (Methemoglobinemia)، وأيضا تؤدي زيادة النترات إلى إغلاق الممرات البحرية نتيجة نمو الأعشاب والطحالب الضارة (ابن صادق، ١٤٢٠هـ).

يتلوث الماء أيضا بالمواد والمركبات المستهلكة للأكسجين مثل المواد العضوية الكربونية والكبريتية والنيتروجينية والفوسفورية وتستخدم طريقة قياس المتطلب الأكسجيني الحيوي (Biological oxygen demand). من أهم الطرق للكشف عن المواد العضوية الملوثة للماء، حيث تقاس كمية الأكسجين المطلوبة بواسطة البكتيريا الهوائية لإتمام أكسدة المواد العضوية الملوثة للتر واحد من الماء، وتوجد أيضا طريقة قياس المتطلب الكيميائي الأكسجيني وهذا عبارة عن كمية الأكسجين المطلوب لأكسدة المواد العضوية الملوثة للماء بدون وجود البكتيريا، توجد أيضا طريقة قياس تلوث المياه بالمواد القابلة للأكسدة مثل المخلفات النباتية ومركبات الفينول ومشتقات النفط.

بالمقابل فقد أمكن تسجيل وجود بكتيريا الحديد في العديد من المصادر المائية المختلفة. فقد تم ملاحظة وجود بكتيريا Toxotthrix sp . haenotilus Leptothrix sp.&Lioskeella sp. &Crenothrix sp.. بالإضافة إلى

Thiobacillus ferrooxidans في مياه المستنقعات والآبار والمياه العذبة وفي قاع البحيرات والأنهار كما تم ملاحظة أن المياه الجوفية وبالأخص مياه الآبار تحتوي على بكتيريا Gallionella sp. & Sphaerotilus sp . وتؤثر الأعماق على وجود الكائنات الحية الدقيقة في المحيطات والبحار . فكلما ازداد العمق تحدد وجود الكائنات الحية الدقيقة بصورة عامة ويطلق على البكتيريا المتواجدة تحت الضغوط الجوية العالية (Barophiles) . تم أيضا تسجيل العديد من المجاميع الرئيسة للطحالب في المصادر المائية مثل الطحالب الخضراء المزرقة والطحالب الذهبية والبنية والطحالب الحمراء (خلف، ١٩٨٧م) .

توجد العديد من العوامل البيئية المختلفة التي تؤثر بدرجة كبيرة في تواجد الكائنات الحية الدقيقة في مختلف المصادر المائية نذكر منها :

أ- نوعية المياه، فالمياه الملوثة تحتوي على أعداد كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة المرضة، كما أن المياه الجوفية أقل عرضة للتلوث من المياه السطحية .

ب- درجة الحرارة، فبعض الكائنات الحية الدقيقة تستطيع النمو في المياه والينابيع الحارة والتي تصل درجة حرارتها لأكثر من ٧٠°م ومنها بكتيريا Thermus aquaticus وتستطيع بكتيريا Bacillus stearothermo philus النمو عند ٦٠°م كما أن بكتيريا Sulfolobus acidocaldarius تستطيع النمو عند ٩٠°م وتحت رقم هيدروجيني حامضي . وتفضل بكتيريا E. coli درجات الحرارة المعتدلة (Mesophiles) والتي تتراوح بين (٢٠-٣٥°م) .

جـ-التمنطق الحراري، حيث تتأثر الكائنات الحية الدقيقة بحالات التغير الموسمية للمصادر المائية مثل ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة وحركة الماء ووفرة الأكسجين والضوء وكثافة الماء .

د ـ الملوحة ، حيث تم تسجيل أعداد كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة في المياه المالحة ويطلق عليها بكتيريا محبة للملوحة (Halophilic bacteria) ومنها Halobacterium sp. & Halococcus sp . وطحلب Dunallialla sp . بالإضافة إلى السوطيات الحيوانية Zootlagellates sp . .

هـ ـ المتطلبات الغذائية ، توجد العديد من الكائنات الحية الدقيقة في مختلف المصادر المائية ويعتمد وجودها على المتطلبات الغذائية ووفرتها . وعليه فإن وفرة المواد الغذائية في المصدر المائي مثل المواد العضوية والأملاح يؤدي إلى زيادة الكتلة الحيوية وخصوصا البكتيريا الضوئية (Cyanobacteria) ، كما أمكن ملاحظة أن بكتيريا Caulobacter sp. & Hyphomicrobium sp. لا تنمو جيدا في المصدر المائي وفير المواد الغذائية .

و ـ الضغط المائي ، حيث يؤثر بدرجة كبيرة في نوعية الكائنات الحية الدقيقة المائية ، وقد تم تسجيل بكتيريا تستطيع النمو في قيعان البحار والمحيطات والبحيرات العميقة ، كما تمت ملاحظة أن الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في البحار تستطيع النمو عند (٦٠٠) ضغط جوي ، بينما الأخرى لا تستطيع النمو عند (٣٠٠) ضغط جوي . كما يتوقف التكوين البروتيني لبكتيريا E.coli عند (٦٨٠) ضغط جوي بينما تستمر بكتيريا Pseudomonas bathyeetes في التكوين البروتيني تحت ما يعادل (١٠٠٠) ضغط جوي (خلف ، ١٩٨٧م) .

تتواجد أنواع كثيرة من البكتيريا الرمية (Saprophytic bacteria) في المياه العذبة وتمتاز بكونها ذات قدرة على هضم وتفكيك المخلفات العضوية ، كما توجد بكتيريا العفن (Putrefying bacteria) وبكتيريا القولون (Coliform

bacteria) في مياه الأنهار، وتلك الكائنات الحية الدقيقة ذات دور بارز ومهم في الحد من تراكم المخلفات العضوية ولكن الطرح الزائد للمخلفات والنفايات العضوية وغير العضوية أدى إلى زيادة واضحة في عدم قدرة تلك الكائنات الحية الدقيقة على تفكيك وتحليل وهضم تلك المركبات، مما أدى إلى انبعاث العديد من الغازات ومنها غاز كبريتيد الهيدروجين ($H_2S$) بالإضافة إلى حدوث اختلال واضح في الاتزان البيئي للمتطلب الأوكسجيني الحيوي والكيميائي وهذه جريمة من ضمن جرائم البيئة (ابن صادق، ١٤٢١هـ).

كما أن هناك العديد من الدورات الطبيعية التي تحدث في البيئات المائية ومنها إنتاج الميثان، حيث تقوم بكتيريا الميثان (Methanogenic bacteria) بدور بارز في ذلك، وأيضا دورة النيتروجين، وتلعب بكتيريا العفن دورا مهما، حيث تقوم بإنتاج غاز الأمونيا والذي تستطيع النباتات الاستفادة منه كمصدر نيتروجيني. وتستطيع بكتيريا Azotobacter chroococcum تثبيت النيتروجين في البيئات المائية وفي البيئات المائية تستطيع بعض الكائنات الحية الدقيقة اختزال الكبريتات ومن ثم استخدامه كمصدر لعنصر الكبيريت وتقوم الطحالب في البيئات المائية بالاستفادة من الفوسفور لبناء تركيبها الخلوي، وعليه فإن الاختلال البيئي في الاتزان الميكروبي للكائنات الحية الدقيقة في البيئات المائية نتيجة للتلوث المائي يؤدي بدرجة كبيرة إلى حدوث العديد من الأضرار البيئية والصحية والاقتصادية. يمكن اعتبار أن تلوث الماء بالعديد من المركبات الكيميائية والعناصر المعدنية الثقيلة في الوقت الراهن بلغ الحد الأعلى للقياسات العالمية، وهذا ناتج من الطرح المستمر للمخلفات الصناعية والزراعية والكيميائية والطبية والتي تحتوي على العديد من السموم والمركبات الضارة بالإضافة إلى العناصر المعدنية الثقيلة. فمخلفات الصرف الصحي (Sewage)

تحتوي على أعداد كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة وفي مقدمتها البكتيريا Arthrobacter sp. & Bacillus sp. & Clostridium sp. & Micrococcus sp. & Pseudomonas sp. بالإضافة إلى بكتيريا E. coli والعديد من الفطريات والفيروسات الممرضة، كما تحتوي مخلفات الصرف الصحي على تراكيز عالية من العناصر المعدنية الثقيلة مثل الزئبق والزرنيخ والسلينيوم والنحاس والرصاص والكوبالت والكادميوم والنيكل والمنجنيز والذي ثبت أنها ذات أضرار صحية خطيرة (ابن صادق، ١٤٢٠هـ).

تتلوث المصادر المائية بالمخلفات الصناعية شديدة الخطورة والثبات وعديمة التفكك والانحلال، كما أنها تستهلك كميات كبيرة من الأكسجين مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية المائية ومن أمثلتها مركبات الفوسفور والهالوجين العضوية، بالإضافة إلى الرصاص والزئبق وبعض المذيبات العضوية. وقد أمكن ملاحظة تلوث الأسماك بتراكيز عالية من عنصر الزئبق عند تحليل بروتينها، وعليه فقد قامت منظمة الصحة العالمية بتحديد الحد الأقصى لكمية الزئبق في جسم الإنسان والتي يجب ألا تزيد عن (٠,٣) ملليجرام/ زئبق أسبوعيا. كما تمت ملاحظة احتواء أجسام الدب القطبي وطائر البنجوين على نسبة ملحوظة من الزئبق (إسلام، ١٩٩٠م).

تتلوث المصادر المائية أيضا بالنفط ومشتقاته المختلفة، حيث تعد مشكلة التلوث النفطي (Petroleum pollution) ذات اهتمام بالغ في الوقت الراهن نظرا لحوادث تصادم ناقلات النفط العملاقة وغرقها والحوادث المختلفة لسكب النفط. وقد اتضحت تلك المشكلة في منطقة الخليج العربي بعد حروب الخليج الثلاث، كما أن ماء الاتزان يلعب دورا بارزا في منطقة الخليج العربي لزيادة تلوث مياه الخليج، ويتلوث المصدر المائي أيضا بالنيترات والنيتريت والفوسفات والنشادر والكلوريدات وبالمبيدات

ومخلفات المخصبات الزراعية . وفي الوطن العربي فإن جميع المصادر المائية عرضة للتلوث وبخاصة الخليج العربي ، والبحر الأحمر ، والبحر الأبيض المتوسط نتيجة لحركة الملاحة العالمية وزيادة رمي وطرح المخلفات والنفايات ومخلفات الصرف الصحي .

وللحفاظ على الحد من جريمة تلوث الماء البيئية فقد تم عقد الاتفاقيات والمعاهدات الدولية والإقليمية الخاصة بحماية المصادر المائية من التلوث (الطيب وجرار، ١٩٩٥م) ومنها :

١ ـ الاتفاقية الدولية لمنع تلوث البحار بالنفط ، والتي وقعت عام (١٩٥٤م) ثم جرى تعديلها في الأعوام (١٩٦٢م و١٩٦٩م و١٩٧١م) والتي تنص على منع التلوث البحري الناتج عن ناقلات النفط العملاقة .

٢ ـ الاتفاقية الدولية الخاصة بالتلوث النووي للبحار ، والتي وقعت في بروكسل عام (١٩٥٧م) وأصبحت سارية المفعول في عام (١٩٦٨م) .

٣ ـ اتفاقية جنيف الدولية لأعالي البحار عام (١٩٥٨م) .

٤ ـ معاهدة حظر إجراء تجارب الأسلحة النووية (١٩٦٣م) تحت الماء .

٥ ـ الاتفاقية الخاصة باللجنة الدولية لحماية نهر الراين من التلوث عام (١٩٧٩م) .

٦ ـ الاتفاقية الدولية لمنع التلوث البحري الناجم عن إغراق النفايات (١٩٧٢م)، (الطيب وجرار، ١٩٩٥م) .

٧ ـ معاهد بروكسل الخاصة بالتدخل في البحار العالمية عند حدوث التلوث بالنفط (١٩٧٥م) .

٨ ـ مؤتمر الأمم المتحدة حول البيئة في استكولهم (١٩٧٢م).

٩ ـ اتفاقية لندن لمنع التلوث (١٩٧٣م).

١٠ ـ معاهدة باريس لحماية بحر الشمال وبحر البلطيق (١٩٧٤م).

١١ ـ إعلان مبدأ اللجنة الأوقيانوغرافية داخل الحكومات (١٩٧٥م).

١٢ ـ اتفاقية برشلونة الإقليمية لحماية البحر الأبيض المتوسط (١٩٧٦م).

١٣ ـ اتفاقية الكويت الإقليمية للتعاون في حماية البيئية البحرية من التلوث (١٩٧٨م).

١٤ ـ اتفاقية البحر الأحمر وخليج عدن (١٩٨٢م).

١٥ ـ ميثاق نيقوسيا (١٩٩٠م).

١٦ ـ بيان دبلن الصادر عن المؤتمر الدولي للمياه والبيئة (١٩٩١م).

والمقصود من تطبيق تلك الاتفاقيات والمعاهدات والتوصيات الدولية الحد من جرائم التلوث المائي والتي أسهمت بدور فاعل في الحد منه ووضع الأسس العامة للحفاظ على الماء، والعمل على زيادة الموارد المائية بما يحقق الأمن المائي المطلوب.

وعليه فإن الحاجة ملحة في الوقت الراهن بالنسبة للدول العربية والإسلامية للعمل على الأخذ بالإدارة المائية في الإسلام (Water Management in Islam) حتى يمكن تحقيق الأمن المائي المطلوب ـ بإذن الله تعالى ـ والحفاظ على المصادر المائية وزيادة استثمار المشاريع المائية (Faruqui et al2001).

## ٢ . ٢ التلوث الهوائي

يعد التلوث الهوائي (Air pollution) من أهم جرائم البيئة في الوقت الراهن، وقد امتد هذا التلوث الخطير ليشمل جميع عناصر البيئة، كما أثر بشكل مباشر على جميع الكائنات الحية، ويمكن تعريف التلوث الهوائي بأنه عبارة عن غازات ناتجة من الصناعات المختلفة وتكرير البترول وصهر المعادن، تسبب في حدوث تلوث للهواء الجوي، يؤدي إلى إصابة الإنسان والنبات والحيوان بالعديد من الأضرار الصحية والاقتصادية المختلفة. فيتلوث الهواء بغاز ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون وعوادم السيارات، كما يتلوث الهواء بالشوائب ومركبات الكلوروفلوروكربون وبالمطر الحمضي وبواسطة الكوارث الطبيعية مثل العواصف والبراكين.

عند النظر إلى مكونات الغلاف الجوي نجد أنه يتكون من خليط من عدد من الغازات المختلفة ومنها الأكسجين (٢١٪) والنيتروجين (٧٨٪)، بالإضافة إلى عدد من الغازات التي توجد بنسبة أقل مثل ثاني أكسيد الكربون (٠٣, ٠٪)، وبعض الغازات الخاملة مثل الهيليوم والنيون وهذه توجد بنسب ضئيلة جدا. وعموما فإن خليط الهواء السابق ذو أهمية قصوى للكائنات الحية، حيث يتنفس الإنسان حوالي (٢٢٠٠٠) مرة في اليوم الواحد وحاجته للهواء تصل إلى (١٥٠٠٠) لتر/ يوميا حيث يبلغ وزن الهواء حوالي (١٦) كيلوجرام، وعليه فإن أي تغيير في الهواء الجوي للنسب السابقة أو نتيجة زيادة بعض الغازات والأبخرة السامة فإن الهواء يعد ملوثا في هذه الحالة (إسلام، ١٩٩٠م).

وتلوث الهواء يسبب للإنسان العديد من الأضرار الصحية، حيث تمت ملاحظة احتواء شعر وأظافر وبول ودم الإنسان على العديد من المراكز المختلفة للعديد من العناصر المعدنية الثقيلة مثل الرصاص والنحاس والخارصين والزئبق والسلينيوم، وذلك نتيجة لتلوث الهواء بالعديد من مخلفات ونفايات المصانع مثل مصانع صهر المعادن والبطاريات والإطارات والدهانات والاسمنت والزجاج (هوساوي، ٢٠٠٢م).

كما أثبتت العديد من الدراسات والأبحاث التطبيقية أن الهواء يتلوث بالعديد من الغازات وفي مقدمتها ثاني أكسيد الكربون، وينتج عن ذلك احتراق المركبات الهيدروكربونية، ويؤدي ذلك إلى العديد من الأضرار الصحية الخطيرة على صحة الإنسان وبخاصة أمراض الجهاز التنفسي. كما أنه عندما يذوب في الماء يعطي حمض الكربونيك الضعيف والذي يتفاعل مع بعض المكونات القلوية والرواسب، كما يؤدي ارتفاع تركيز هذا الغاز إلى ارتفاع درجة حرارة الجو والأرض وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة البيوت الزجاجية نظرا لارتفاع تركيز هذا الغاز في الهواء، في المدن المزدحمة بوسائل النقل المختلفة فإن حرارة المدن ترتفع بسبب قدرته على امتصاص كميات كبيرة من الأشعة تحت الحمراء، وفي المناطق الساحلية من الخليج العربي فإن ثاني أكسيد الكربون ينتج عنه تكوين الرذاذ الحمضي شديد الخطورة على النباتات والتربة بالإضافة إلى حدوث صدأ للمعدات الحديدية المختلفة، هناك أيضا غاز أول أكسيد الكربون والذي ترجع سميته إلى قدرته على الاتحاد مع هيموجلوبين الدم وتكوين مركب كاربوكسي هيموجلوبين والذي يعطل قدرة الدم على الاتحاد مع الأكسجين وهذا يؤدي إلى عدم وصول الأكسجين إلى جميع أنحاء جسم الإنسان. كما وجد أن الهواء المحتوي على (١٠٠) جزء في المليون من هذا الغاز يؤدي إلى الموت السريع

ويزداد تركيز هذا الغاز في المدن المزدحمة وفي الأنفاق (١٠٠ جزء في المليون) وهذا يسبب لبعض مرضى فقر الدم صداعاً شديداً ودواراً وكسلاً ويحصل المدخنون على نسبة عالية من هذا الغاز أثناء التدخين (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ). وتتناقص كمية غاز أول أكسيد الكربون عن طريق أكسدته إلى ثاني أكسيد الكربون والتي تتم ببطء في وجود أشعة الشمس بمعدل (١٪) من أول أكسيد الكربون في الساعة كما أنه قابل للاشتعال في وجود الأكسجين (إسلام، ١٩٩٠م).

ويتلوث الهواء أيضا بغاز ثاني أكسيد الكبريت والذي يعد من الغازات ذات التأثيرات البالغة على صحة الإنسان، فيؤدي زيادة تركيزه في الهواء الجوي إلى حدوث ضيق في التنفس والتهاب في الأنف مع سعال شديد بالإضافة إلى التهابات في القصبة والشعب الهوائية، وقد تؤدي زيادة هذا الغاز (٥٠-١٠٠ جزء في المليون) إلى موت خلال عشر دقائق. كما يحدث تلوث الهواء بهذا الغاز إلى تعطيل عملية البناء الضوئي بالنباتات وحدوث تآكل في المعادن والمطاط، ويلحق أضرارا بالغة بالمنشآت المكونة من الحجر الجيري. كما أن هناك انبعاث بسيط من هذا الغاز من عوادم السيارات، ويؤدي تفاعلها مع الرطوبة إلى تكوين أحماض كبريتية في وجود ضوء الشمس، ويؤدي تكرير النفط إلى انبعاث غاز ثاني أكسيد الكبريت، وعمليات صهر المعادن تؤدي أيضا إلى انطلاق كميات كبيرة من هذا الغاز، ويسبب هذا الغاز أيضا ظاهرة المطر الحمضي (Acid rain).

ومن ضمن أهم الجرائم البيئية لتلوث الهواء الجوي مركبات الرصاص التي تنطلق من الوقود المضاف إليه رابع أثيل الرصاص، وذلك بغرض تحسين نوعية الوقود عن طريق رفع رقمه الأوكتيني بالإضافة إلى السابق تضاف أيضا مركبات كلوريد الإيثيلين وثنائي بروميد الإيثيلين لغرض حماية

المحرك من مركبات الرصاص الضارة، وتضاف أيضا في الوقت الراهن بعض المركبات الأخرى بغرض تحسين أداء المكربن (Carburetor) وزيت المحرك والتي تنطلق على هيئة غازات ضارة من عوادم السيارات. وقد كشف العديد من الأبحاث انطلاق الفورمالدهيد (٧٠٪) من عوادم السيارات مع كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون كما لوحظ أيضا أن تراكم عنصر الرصاص في التربة يؤدي إلى إبطاء النشاط الإنزيمي للعديد من الكائنات الحية الدقيقة وعدم تحلل المركبات العضوية تحللا كاملا ويؤثر أيضا على عمليات التمثيل الضوئي والانقسام الخلوي وامتصاص النبات للماء. وتم ملاحظة أن عنصر الرصاص ومركباته المختلفة ذات أضرار خطيرة على صحة الإنسان حيث تؤدي الكميات الزائدة منه إلى نقص كريات الدم الحمراء وترسبه في العظام مما يؤدي إلى حدوث مضاعفات في الجهاز العصبي للإنسان (ابن صادق، ١٤٢٢هـ).

من جرائم البيئة لتلوث الهواء الجوي انطلاق كميات كبيرة من أكاسيد النيتروجين (أكسيد النيتريك وثاني أكسيد النيتروجين وأكسيد النيتروز) إلى الهواء الجوي محدثة العديد من الأضرار البيئية والصحية والاقتصادية للإنسان، وتتكون تلك الأكاسيد عند اتحاد غاز النيتروجين بالأكسجين، كما تتكون من جراء احتراق الوقود والفحم والديزل والجازولين وتشترك أيضا في تكوين ظاهرة المطر الحمضي.

وتؤدي زيادة أكاسيد النيتروجين إلى التأثير بدرجة كبيرة على طبقة الأوزون، مما يؤدي إلى تعرض الإنسان للتأثيرات الضارة من الأشعة فوق البنفسجية كالتالي:

$$O_2 \longrightarrow 2O \longrightarrow 2O_3$$

حيث يتكون الأوزن في طبقات الجو العليا نتيجة للعديد من التفاعلات الكيموضوئية والتي يعد الدرع الواقي من خطر الأشعة فوف البنفسجية، ثم تقوم الكائنات الحية الدقيقة بإنتاج غاز أكسيد النيتروز والذي يتأكسد إلى أكسيد النيتريك كالتالي:

$$N_2O + O \longrightarrow 2NO$$

حيث يعمل أكسيد النيتريك على تدمير طبقة الأوزون كالتالي:

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

$$NO_2 + O \longrightarrow NO + O_2$$

ومن أضرار البيئة لأكاسيد النيتروجين تكون الضباب الدخاني (Smog) والذي يظل معلقا بالهواء الجوي والذي يسبب الاختناق وتهيج الجيوب الأنفية ويؤثر على المباني والمنشآت (ابن صادق، ١٤٢٢هـ).

ويتلوث الهواء الجوي بكميات كبيرة من غاز كبريتيد الهيدروجين ($H_2S$)، نتيجة تخمر فضلات الصرف الصحي وتحلل المخلفات النباتية والحيوانية بالإضافة إلى انبعاثه من العديد من الصناعات مثل المطاط والورق والخشب وتكرير النفط، كما ينتج من فوهات البراكين والمستنقعات ويسبب تهيجاً في الجيوب الأنفية والشعب الهوائية مع صعوبة في التنفس، كما يتحد مع هيموجلوبين الدم مكونا هيموجلوبين كبريتي ويسبب اسوداداً للدهانات المحتوية على الرصاص (الطيب وجرار، ١٤٠٨هـ).

ويحدث تلوث للهواء أيضا بواسطة غاز النشادر (الأمونيا) والناتج من تخمر المواد العضوية النيتروجينية بالإضافة إلى صناعة الأسمدة والمخصبات الزراعية وتكرير النفط وصناعة حمض النيتريك والصودا الكاوية

والصناعات التي تستخدم المحفزات وفي أجهزة التبريد والمنطفات، وهو غاز شديد السمية يسبب تهيجا للأغشية المخاطية وللعيون والحنجرة والجيوب الأنفية. وتعد مركبات الكلوروكربون من ضمن ملوثات الهواء الجوي، وتحتوي جميعها على ذرات من الكلور والفلور كما أنها مشتقات هالوجينية وتوجد على هيئة غازية عند درجات الحرارة العادية، ويمكن إسالتها بسهولة تحت الضغط وتدخل في صناعة أجهزة التبريد وملطفات الهواء وإزالة العرق وتصفيف الشعر والمبيدات، بالإضافة إلى أن إحتراق النفايات البلدية احتراقا غير كامل يؤدي إلى انبعاث هذه المركبات، وقد قامت العديد من الدول ومنها الولايات المتحدة الأمريكية والسويد وكندا بحظر استخدام مركبات الكلوروفلوركربون وتحديد القياسات القصوى لها (إسلام، ١٩٩٠م).

ومن جرائم البيئة التي أصبحت واضحة للعيان تلوث الهواء الجوي بالمبيدات، ومنها على سبيل المثال عندما تلوث الهواء الجوي لمدينة (Bohpal) الهندية بكميات كبيرة من غاز إيروسينات الميثيل نتيجة انفجار مصنع يونيون كاربيد لإنتاج المبيدات الحشرية وأدى إلى موت حوالي (٢٥٠٠) شخص بالإضافة إلى إصابة باقي سكان المدينة بالعديد من التهيجات والحروق الجلدية وموت الحيوانات، وانخفاض إنتاج البيض واللبن بمعدل (٣٠٪) بالإضافة إلى تأثر الغطاء النباتي. كما توفي في الباكستان (٢٤) شخصا نتيجة تلوث الهواء الجوي بالمبيد الحشري الدرين بالإضافة إلى موت (٤٠) ألفا من الطيور عام (١٩٧٣م) في حديقة كوتودونانا بإسبانيا. وقد أكدت دراسة أن بقايا المبيدات في مصر تظهر في ألبان الأمهات وفي دماء الأطفال حديثي الولادة علما بأن معظم المبيدات تحتوي على سيانيد الهيدروجين الملوث للهواء الجوي والذي يثبط العديد من الإنزيمات (الطيب وجرار، ١٤٠٨هـ).

كما يتلوث الهواء الجوي بالعديد من الشوائب المتطايرة من مداخن المصانع، والتي تحتوي على مركبات الزرنيخ والفوسفور والكبريت والسلينيوم والزئبق والرصاص والكوبالت والكادميوم والنيكل.

إن جرائم تلوث الهواء في البيئة يؤدي إلى نقص تركيز الأوزون في طبقات الجو العليا والذي ينتج عنها إصابة الإنسان بسرطان الجلد نتيجة التعرض لكميات من الأشعة فوق البنفسجية ويؤدي أيضا إلى إحداث العديد من التغيرات الوراثية والوظيفية والتركيبية للكائنات الحية الدقيقة، مما يسهم بدرجة كبيرة في إبطاء العمليات الكيموحيوية المختلفة، كما يؤثر أيضا على عمليات التمثيل الضوئي في السلسلة الغذائية، مما يؤدي إلى حدوث الاختلال وعدم الاتزان البيئي، وقد تمت ملاحظة أنه لو حدث نقص في طبقة الأوزون بمقدار (٣٪) فإن ذلك سوف يؤدي إلى نقص قدره (٩٪) من عمليات البناء الضوئي بالإضافة إلى (٦٪) للإصابة بمرض سرطان الجلد في الإنسان (إسلام، ١٩٩٠م).

ويؤدي تلوث الهواء بجسيمات الغبار إلى إصابة الإنسان بالعديد من أمراض الحساسية والربو وضيق التنفس، كما يؤثر على الغطاء النباتي، ومن أمثلتها الجسيمات المنطلقة من مصانع الاسمنت ومن وسائل النقل المختلفة والألياف القطنية والدقائق المعدنية، بالإضافة إلى الاسبستوز والذي يعد من أهم المسببات السرطانية للرئة والحنجرة والمعدة. وعموما فإن الفرامل (الكوابح) تعد من أهم المصادر تلوث الهواء بالاسبستوز، وينطلق عن شمعات الاحتراق العديد من الغازات الهيدروكربونية، ومن صناعة حمض الفوسفوريك الفلوريدات وفلوريد الهيدروجين، ومن صناعة حمض الكبريتيك الرذاذ الحمضي وثالث أكسيد الرصاص وجسيمات فوسفاتية، ومن صناعة الصودا الكاوية رذاذ قلوي، ومن الطائرات

الاسبستوز ومركبات هيدروكربونية، ومن حرق المخلفات جسيمات السناج ومواد هيدروكربونية بالإضافة إلى جسيمات تحمل مركبات عضوية معقدة بعضها مسرطنة مثل البنزوبايرين. وقد ثبت أن تلوث الجسيمات ذات أضرار صحية خطيرة للإنسان حيث تسبب مرض التحجر الرئوي (Silicosis) وحمى القش (Hay fever) والالتهاب الاسبستوزي (Asbestosis) والربو (Asthma) ومرض التهاب الجيوب الأنفية التحسسي (Allergic rhinitis). كما أن لها العديد من المخاطر المختلفة على الحيوانات والنباتات مما يقلل من الإنتاج الحيواني والنباتي ويعطل أيضا المسارات الحيوية المختلفة (الطيب وجرار، ١٤٢٣هـ).

يتلوث الهواء الجوي أيضا بجسيمات المبيدات والتي من أشهرها وأكثرها استخداما مبيد الدرين (Aldrin) والذي يؤدي إلى حدوث سرطان وتشوه للجنين وتلف للجهاز العصبي ومبيد كلوردين (Chlordane) ومبيد (T.D.D).

للتلوث الهوائي تأثير بالغ على النظام البيئي (Ecosystem) حيث يؤثر بدرجة كبيرة على التنوع الحيوي (Biodivesity)، بالإضافة إلى التأثير على النشاط الكيموحيوي للكائنات الحية الدقيقة في التربة، وأيضا الانقلاب الحراري (Thermal inversion) والذي ينتج عنها منع تشتت ملوثات الهواء الجوي ومن ثم تركيزها وعودتها إلى الأرض.

ولتجنب جرائم التلوث الهوائي للبيئة كان لابد من تبصير الإنسان بأدواره المختلفة تجاه بيئته، وبما يحقق الأهداف العامة للأمن البيئي المنشود، بالإضافة إلى معرفة العوامل المؤثرة في التلوث الهوائي وكمية ونوع الملوثات الهوائية للبيئة، وملوثات الهواء الجوي من المصادر الطبيعية مثل البراكين وحبوب اللقاح والميكروبات والأتربة وآليات الموازنة والتنقية الذاتية للهواء الجوي ووسائل قياس تلوث الهواء الجوي (زللى، ١٤١٩هـ).

وقد تم وضع العديد من المعايير العالمية والإقليمية للحد من تلوث الهواء الجوي أملاً بتضييق نطاق هذه الجريمة البيئية الخطيرة، فقد وضعت الرئاسة العامة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة ضوابط تؤكد على ألا تزيد نسبة متوسط الغبار العالق خلال عام عن (٨٠) ميكروجرام/ م٣، وألا يزيد تركيز الغبار العالق لأي منطقة عن (٣٤٠) ميكروجرام/ م٣ لأكثر من مرة في فترة (٢٤) ساعة/ اليوم على مدار السنة، كما تنص لوائح منظمة الصحة العالمية على ألا يتجاوز المعدل السنوي للغبار المتراكم عن (٧٥) ميكروجرام/ م٣.

## ٢ .٣ التلوث المعدني

تعد مشكلة التلوث المعدني (Mineral pollution) في الوقت الراهن من أهم المشكلات البيئية التي تواجه الباحثين في مجال الحفاظ على البيئة، وامتدت لتشمل أيضا الاقتصاد وصحة الإنسان، وقد ازدادت هذه المشكلة بشكل كبير في المملكة العربية السعودية نظرا للاستخدام المتعدد للعديد من الصناعات المختلفة والتي يدخل في تركيبها العديد من العناصر المعدنية السامة مثل الزئبق والزرنيخ والرصاص والكوبالت والنحاس والنيكل والسلينيوم والكادميوم. وينتج عن تلك الصناعات العديد من التدفقات الصناعية الملوثة بتلك العناصر المعدنية السامة والتي تضاف إلى الوسط البيئي باستمرار مسببة تلوثا للمياه الجوفية والهواء والتربة، كما أن مخلفات الصرف الصحي أيضا تحتوي على نسبة عالية للعديد من العناصر المعدنية السامة، حيث أن طرح مخلفات المدن الصناعية مع مخلفات البلدية يزيد من نسبة العناصر المعدنية السامة.

وقد تفاقمت هذه المشكلة في الوقت الراهن بشكل واضح نتيجة للتطور السريع في المجالات الصناعية المختلفة، فعلى سبيل المثال فقد زادت نسبة

العناصر المعدنية في جميع الأوساط البيئية والتي تدخل في العديد من الصناعات المختلفة ومنها على سبيل المثال صناعة البطاريات والإطارات والإسمنت والزجاج والدهانات والمبيدات والألمنيوم. كما إزداد تأثير التلوث المعدني على البيئة والإنسان بمعدلات إحصائية كبيرة محدثا تغيرات على البيئة وأضرارا صحية. وتمتد تلك التغيرات مؤثرة أيضا على النباتات والحيوانات وعلى العديد من الأدلة الأخرى المتعلقة بالتوازن البيئي. وقد اتجهت الأبحاث الحديثة إلى الاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة للتخلص من التلوث المعدني، ومن أهمها في هذا المجال المعالجة الحيوية الفطرية للتلوث المعدني، حيث تستطيع تلك الفطريات التخلص والحد من التلوث المعدني من خلال التدوير للعناصر المعدنية السامة، كما تقوم بتحوير تلك العناصر السامة من صورة لأخرى بواسطة العديد من العمليات الحيوية المختلفة، ومنها على سبيل المثال عملية الأكسدة والاختزال والميثلة، وقد تطورت تلك العمليات نتيجة الاستفادة من مخرجات التقنية الحيوية للهندسة الوراثية (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

ويعد الامتصاص الحيوي (Biosorption) الفطري للعناصر المعدنية السامة من أهم النظم البيولوجية في هذا المجال، حيث إن معظم الفطريات والخمائر ذات اهتمام خاص في المعالجة البيولوجية للتلوث المعدني، حيث يوجد بها محتوى مرتفع من (Chitin) في جدرها الخلوية والذي يعد نشطا جدا في امتصاص العناصر المعدنية السامة والامتصاص الحيوي سريع في إزالة العديد من الملوثات المعدنية من المجاري المائية ومخلفات الصرف الصحي والمتدفقات الصناعية.

توجد في الوقت الراهن العديد من الطرق التي يعتمد عليها من الكتلة الحيوية لامتصاص الملوثات المعدنية مثل الكتلة الفطرية والحمأة (المعالجة

وغير المعالجة)، حيث تزيل معالجة الحمأة نسبة معتبرة من الكاتيونات السامة في المحلول. ويتوفر في الوقت الحالي كثير من المنتجات اللازمة لعمليات الإزالة الحيوية للتلوث المعدني، أحد هذه المنتجات يتكون بشكل رئيس من البكتيريا العصوية المعالجة قلويا لزيادة خصائص الامتصاص المعدني، وهناك مركبات أخرى مثل الخلايا المعالجة وتلك التي تحتوي على خلايا طحلبية وتلك المكونة من الفطرة Rhizopus arrhizus .

وتكمن أهمية إيراد هذا الموضوع لما له من صلة وثيقة بالتلوث المعدني الناتج عن التدفقات الصناعية وبخاصة في المناطق الصناعية مثل المنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية وأيضا مخلفات الصرف الصحي، حيث سوف يساعد ـ إن شاء الله تعالى ـ في الكشف عن المزيد في هذه المشكلة والعمل على تطبيقها أيضا للحد من التلوث المعدني.

نتيجة لعدم كفاءة محطات معالجة الصرف الصحي في التخلص من العناصر المعدنية السامة، فإن مشكلة التلوث المعدني امتدت في الوقت الراهن لتحدث العديد من الأضرار والمشكلات البيئية والصحية والاقتصادية، بالإضافة إلى أن طرح مخلفات المدن الصناعية في شبكات الصرف الصحي يزيد من نسبة العناصر المعدنية السامة وتزداد تلك المشكلة وضوحا عند استخدام تلك المياه الملوثة في الزراعة (ابن صادق، ١٤٢٠هـ).

تتجه كثير من الدراسات الحديثة إلى الاستفادة من النشاط الميكروبي وبخاصة الفطريات للتخلص من التلوث المعدني وقد تطورذلك تطورا ملموسا حيث أن هناك العديد من المحاولات المختلفة باستخدام الحمأة النشطة أو الكائنات الحية الدقيقة مثل الفطريات وقدرتها على مراكمة أيونات العناصر المعدنية الثقيلة على جدرها الخلوية (Hashem and Moslem, 1995).

وقد أدى ذلك إلى ظهور العديد من المصطلحات العلمية ومنها على سبيل المثال التراكم الحيوي، والامتصاص الحيوي، والمعالجة الحيوية، والاستصلاح الحيوي.

وكما هو معلوم فإن العديد من الكائنات الحية الدقيقة تستطيع اختزال منظومة واسعة من الأيونات والكاتيونات وذلك بواسطة العديد من التفاعلات الإنزيمية وغير الإنزيمية. فالفطرة Auerobusidium pullulaus على سبيل المثال تستطيع إنتاج الميلانين الذي يستحث إنزيم (Tyrosine-oxidase) وبه يستطيع مقاومة التراكيز السامة من عنصر النحاس. كما أن لبعض الفطريات مثل Poria vaillantii القدرة على إنتاج كبريتيد الهيدروجين مع مراكمة النحاس على جدارها الخارجي والخميرة C.albican تحتوي على إنزيم (Selenite reductase) والذي يمكنه اختزال مركبات عنصر السيلينيوم السام إلى السيلينيوم المعدني. وتعمل الفطرة Aspergillus sp. على انفراد مركبات الزرنيخ الطيارة (ابن صادق، ١٤٢٢هـ).

وعند إمداد التربة الزراعية بمخلفات الصرف الصحي أو طرح المتدفقات الصناعية في التربة بالإضافة إلى استخدام المبيدات التي تحتوي على العديد من العناصر السامة سوف يؤدي إلى زيادة تركيزها وبالتالي حدوث الاختلاف البيئي (Hashem, 1995; Hamon et al . 1998).

كما لوحظ أن تراكيز العناصر المعدنية السامة في مخلفات الصرف الصحي يتناسب مع طرق المعالجة الأولية أو الثلاثية. وقد اقترح (Patterso, 1985 ) العديد من الطرق المستخدمة في إزالة التراكيز السامة من العناصر المعدنية الثقيلة بواسطة الكربون النشط أو الأمونيا أو عن طريق الترسيب الكيميائي. وعموما فإن وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA, 1992)

وضعت العديد من المحاذير والاحتياطات في مجال استخدام هذه المياه المعالجة . ولأن قضايا البيئة ذات اهتمام زائد فقد بدأت الأبحاث مباشرة باتجاه التطبيق التقني الحيوي لتحسين آثار التلوث المعدني ، مما قاد إلى تحديد الاهتمام في استخدام الكائنات الحية الدقيقة في ذلك ، وعموما فإن هناك طريقتين رئيسيتين يمكن بها استخدام الفطريات للتخلص من التلوث المعدني ، تتضمن العملية الأولى التحوير للتخمر أو معالجة أنظمة الصرف الصحي ، وعليه فإن السائل المتدفق يعرّض لفطريات خاصة بحيث أن الفطريات المستخدمة في هذه الطريقة يجب أن تكون قادرة وبنشاط على التخلص من التلوث . أما العملية الثانية فتتضمن إضافة فطريات حية ، أو مشتق منتج مثل الإنزيم مباشرة إلى التلوث البيئي . كما أن الفطريات تستخدم أيضا بفائدة أكبر وقدرة لمعالجة التدفقات الصناعية ، حيث وجد أن أنواعاً من الفطرة Gibberella sp. يمكن استخدامها في الميزان التجاري للحد من زيادة تركيز السيانيد كما يمكن أيضا استخدام الفطريات للتحكم في التلوث من التدفق الدباغي والذي يحتوي على تراكيز عالية من عنصر الكروم ، ومن أهم الفطريات النشطة في هذا المجال Chaetomium cupreum. وقد أظهرت النتائج في الهند أنه عن طريق معاملة الصرف الصحي المحلي بالفطريات المعزولة من بركة صرف صحي فإنه أمكن إحراز انخفاض واضح في المحتوى المعدني والمتطلب الأكسجيني الحيوي والفوسفات والأمونيوم (Hiremath et al .1985 ) بالإضافة إلى أن الكتلة الحيوية يمكن استخدامها كطعام للحيوان . لوحظ أيضا أن الغزل الفطري للفطرة Aspergillus ochraceus يستطيع خفض تركيز اليورانيوم عندما يحضّن في بيئة سكر العنب المحتوية على بودرة من اليورانيوم الصخري (Berthelin et al . 1988) .

لاحظ (Yakup et al . 2001) إمكانية استخدام الفطريات في عملية الامتصاص والاستصلاح الحيوي للتلوث المعدني . كما وصف

(Kuchari2002,) حركية نمو فطرة تحت تراكيز مختلفة من بعض العناصر المعدنية الثقيلة.

وقد أظهرت الدراسات الحديثة قدرة الفطريات على الاستصلاح الحيوي والامتصاص والتراكم الحيوي للعناصر المعدنية السامة والتي يمكن تطبيقها في مجالات مختلفة، مما يسهم بدرجة كبيرة في الحد من التلوث المعدني.

من الدراسات السابقة لمشكلات الصرف الصحي في منطقة مكة المكرمة، أظهرت النتائج المتحصل عليها ارتفاع نسبة تراكيز بعض العناصر المعدنية الثقيلة في مياه الصرف الصحي بوادي عرنة أعلى من مستوى الحد المسموح به دوليا (Hashem et al . 1998)، كما أوضحت هذه الدراسة مخاطر استخدام تلك المياه في الزراعة، وأضافت الدراسة التي قام بها (Al-Harthi et al. 2003) ارتفاع كبير للعناصر المعدنية الثقيلة في نفس المنطقة.

وحاليا فإن للكائنات الحية الدقيقة دوراً بارزاً في التقنية الحيوية البيئية لإزالة التلوث المعدني حيث أمكن من خلال ذلك معالجة التدفقات الصناعية التي تحتوي على العديد من العناصر المعدنية السامة، وإزالة سمية المبيدات بواسطة الإنزيمات الميكروبية، ومعالجة النفايات الخطرة وإزالة الأيونات المعدنية وامتصاص الجزيئات ومعالجة التربة الملوثة بالعناصر المعدنية.

المجال الحالي الدارج للتقنية الحيوية لإزالة الأيونات المعدنية بواسطة الامتصاص الحيوي الفطري هو استخدام الكتلة الحيوية الفطرية لإمتصاص الأيونات المعدنية من المحلول، والهدف من هذه الدراسة هو إزالة تلوث المعادن الثقيلة والعناصر المشعة، وقد تم استخدام الكتلة الحيوية الفطرية لإمتصاص النيكل والنحاس والعديد من المعادن المشعة مثل الثوريوم واليورانيوم والبلوتونيوم، وتلك التقنية ذات أهمية خاصة في الحد من التلوث المعدني والتقليل من الجرائم البيئية التي ارتكبها الإنسان ضد الإنسانية والبيئة.

# الفصل الثالث

## الإرهاب البيئي

# ٣ .الإرهاب البيئي

## ٣ .١ الإرهاب الحيوي

الإرهاب الحيوي (البيولوجي) جريمة من جرائم البيئة عالية التقنية تمكن خلالها الإنسان من الاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة والهندسة الوراثية في الهيمنة والسيطرة وبسط النفوذ عن طريق الدمار والهلاك للإنسانية.

تعد الأسلحة الحيوية (Biological weapons) في الوقت الراهن من أهم الأسلحة الفتاكة نظرا لقدرتها على الانتشار السريع والإصابة، وتأقلمها مع مختلف الظروف والعوامل المختلفة، ونتيجة للصراع المتواصل بين الدول الكبرى في الهيمنة على العالم اتجهت الأنظار ومراكز الأبحاث العالمية إلى السعي للاستفادة من مكونات النظام البيئي (Ecosystem) لإلحاق الدمار والهلاك بالإنسانية. وكما هو معلوم فإن الله عز وجل خلق السموات والأرض بترتيب واتزان دقيق لقوله تعالى: ﴿ **إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ** ﴿٤٩﴾ ﴾ (سورة القمر). ثم إن الله عز وجل خلق الإنسان وسخر له جميع متطلباته الضرورية لقوله تعالى: ﴿ **هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُم مَّا فِي الأَرْضِ جَمِيعًا ...** ﴿٢٩﴾ ﴾ (سورة البقرة) ثم أمره بالاستفادة من تلك النعم وعدم الإفساد لقوله تعالى: ﴿ **وَلا تُفْسِدُوا فِي الأَرْضِ بَعْدَ إِصْلاحِهَا ...** ﴿٥٦﴾ ﴾ (سورة الأعراف). ولكن يأبى الإنسان ذلك فعمد إلى الإخلال بالتوازن البيئي والإفساد في الأرض دون أي اعتبار للإنسان والبيئة حتى إنه استخدم الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms) كسلاح جرثومي فتاك والذي يعد في الوقت الراهن من أهم أسلحة الدمار الشامل، وهنا لابد من تأصيل حقيقة علمية تنص على أن (الأمن البيئي في الإسلام واجب ديني قبل أن يكون نظاما تشريعيا)

وقد امتد الإرهاب الحيوي (Biological terrorism) في الوقت الراهن ليشمل جميع مرافق حياة الإنسان، كما اتخذ العديد من الصور المختلفة لضمان الانتشار والإصابة السريعة مستفيدا من مخرجات التقنية الحيوية (Biotechnology) والهندسة الوراثية (Genetic engineering) لنشر الدمار والهلاك بين شعوب العالم.

تعد الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms) ذات فوائد جليلة لخدمة الإنسان، فقد أمكن تطويرها والاستفادة منها في الجوانب الطبية والزراعية والغذائية والصناعية المختلفة، بحيث أصبحت مصدرا جيدا لتطور الإنسان وتقدمه، كما أنها بالمقابل ذات أضرار خطيرة عند توفر الظروف الملائمة لنموها وتكاثرها، وقد وجه الله عز وجل الإنسان منذ البداية إلى التفكر والتأمل والاستنباط والاختراع، فهذا قابيل يقف حائرا عندما قتل أخاه هابيل وترك جثته دون أن يدفنها عند ذلك علَّم الله عز وجل الإنسان ضرورة دفن الميت لإكرامه وللحد من انتشار الأمراض لقوله تعالى: ﴿ **فَبَعَثَ اللَّهُ غُرَابًا يَبْحَثُ فِي الأَرْضِ لِيُرِيَهُ كَيْفَ يُوَارِي سَوْءَةَ أَخِيهِ ...** ﴿٣١﴾ ﴾ (سورة المائدة).

وفي الحروب الصليبية مع المسلمين تمت الاستفادة من الإرهاب الحيوي لنشر الأمراض عن طريق ترك الجثث دون دفنها. كما لم يغفل الإسلام خطورة الإرهاب الحيوي في الدمار والهلاك، حيث حث على أخذ الحيطة والحذر لقوله ﷺ: «إذا سمعتم بالطاعون بأرض فلا تدخلوها، وإذا وقع بأرض وأنتم فيها فلا تخرجوا منها» (رواه البخاري).

ثم إن هذا التوجيه النبوي الشريف يعد الأساس في علم المناعة والحد من الانتشار الميكروبي الممرض. وقد أدرك الإنسان خطورة الإرهاب الحيوي، فالموت الأسود عام (١٣٤٨م) أدى إلى موت أعداد كبيرة من

سكان أوروبا وذلك نتيجة انتشار الجثث وسرعة نمو الميكروبات وانتشارها، نتيجة لانتشار مرض الطاعون (Plague) التي تسببه البكتيريا Pasteurella pestis.

كما أن البريطانيين خلال استعمارهم لأمريكا استغلوا تفشي وباء الجدري (Small pox) الذي يسببه فيروس الجدري وقاموا بتوزيع بطانيات ملوثة بالميكروبات الممرضة على السكان المحليين مما أدى إلى انتشار المرض، وللتأكيد على خطورة الأسلحة البيولوجية فقد أطلق الألمان عام (١٩٥١م) حوالي (٢٠٠) طن من غاز الكلور مما أدى إلى مقتل حوالي (٥٠٠٠) من الجنود الفرنسيين وإصابة الجنود بمرض السقاوة نتيجة لانتشار الجثث الملوثة بالعديد من الكائنات الحية الدقيقة (البسيوني وآخرون، ١٤٠٨هـ).

ثم توالت الأحداث المختلفة والتي تمت باستخدام العديد من الغازات المختلفة مثل غاز الخردل وغازات الأعصاب وغاز الفوسجين والتي تؤدي إلى وفاة الإنسان، وبالتالي انتشار الجثث والتي يتولد عنها العديد من الأمراض الوبائية الخطيرة. علما بأن أول استخدام حربي حيوي موثق تم عام (٣٠٠) قبل الميلاد من قبل جنود الجيش الإغريقي، حيث تم إرسال اليونانيين المصابين بأمراض معدية إلى معسكرات الخدمة لنشر العدوى. ثم من أهم الوقائع التاريخية تسميم اليهود لمنابع وآبار المياه في العديد من المدن الأوروبية بجثث القتلى مما تسبب في نشر الطاعون عام (١٣٤٧-١٣٤٨م)، ثم استخدام التتار الطاعون لنشر الدمار والهلاك والموت في حصارهم لمدينة (كافا) على البحر الأسود حيث كانوا يلقون الجثث داخل أسوار المدينة.

كما قام الروس بتكتيك مشابه من حيث إلقاء جثث القتلى داخل مدينة (ريفال) السويسرية. جرى أيضا تلويث مياه الشرب وتوزيع أغطية ملوثة

بجراثيم الجدري بين الهنود الحمر من قبل الأوروبيين أثناء غزوهم لشمال أمريكا. وقد استفادت اليابان من ذلك فعمدت إلى استخدام حبوب تحتوي على براغيث فئران مصابة ببكتيريا الطاعون حيث ألقتها الطائرات اليابانية فوق منشوريا والصين عام (١٩٣٦م). وفي العام (١٩٦٦م) ألقت القوات الأمريكية حوالي (١٠٠) ألف طن من القذائف الجرثومية على فيتنام. كما تم استخدام الفطريات كسلاح حيوي من قبل الروس عند غزوهم لأفغانستان عام (١٩٧٩م) وذلك بواسطة بعض أنواع من الفطرة .Aspergillus sp والتي يطلق عليها المطر الأصفر (عبدالرحمن، ١٤٢٥هـ).

وخلال الحرب العالمية الأولى أمكن استخدام غاز الخردل من قبل الحلفاء لإحداث العديد من الأمراض الخطيرة بين الجنود الألمان. كما تم استخدام الغازات المختلفة من قبل الإيطاليين ضد الأحباش، واستخدمها اليابانيون ضد الصين من الروس في أفغانستان، والمصريون في حرب اليمن. وعلى نطاق واسع فقد استخدم الأمريكان مختلف السموم والغازات والأحماض السامة ضد الفيتناميين، مما أدى إلى إبادة سكان القرى وانتشار الأوبئة والأمراض الخطيرة المعدية. وقد استمر برنامج الحرب الياباني منذ عام (١٩٣٦م) استنادا إلى الأبحاث المكثفة للاستفادة من مرض الطاعون وقدرته على الانتشار والإصابة. ونتيجة لضراوة وشدة فعالية الأسلحة الجرثومية فقد نتج عن ذلك اتفاق القوى الكبرى عام (١٩٧٢م) في مؤتمر جنيف والتوقيع على معاهدة لحظر استخدام السلاح الحيوي (البسيوني وآخرون، ١٤٠٨هـ). ولكن تلك المعاهدة لم يتم تطبيقها بشكل كامل وإنما كانت تتأرجح بين الأنظمة السياسية وفرض الهيمنة والسيطرة، حيث إن ضحايا الحرب العالمية الأولى قدرعددهم بحوالي (٩) ملايين قتيل وفي الحرب العالمية الثانية كان القتلى يقدرون بحوالي (٥٤) مليون قتيل.

وفي الوقت الراهن ازدهرت الأسلحة الحيوية نتيجة لتطوير الأسلحة الكيميائية الفتاكة. فقد تم استخدام العديد من الغازات المختلفة ومنها الغازات المسيلة للدموع والمعطلة للجهاز العصبي والمنقطة (مثل غاز الخردل والزرنيخ) والخانقة (مثل غازات الكلورين) والقاتلة للنباتات والحيوانات وتلك الغازات استخدمت في حرب الهند الصينية (١٩٦٥-١٩٧١م) وفي فيتنام (١٩٦١-١٩٧٢م) بالإضافة إلى قنابل النابالم والتي استخدمتها إسرائيل ضد الأردن وسوريا ومصر. ونتيجة للحقد والكراهية فقد استخدمت مختلف أسلحة الدمار الشامل ومنها الأسلحة الحيوية ضد المسلمين في البوسنة والهرسك من قبل الصرب، ولم تسلم منطقة الخليج العربي من أسلحة الدمار الشامل خلال حربي الخليج الأولى والثانية.

لابد من الإشارة إلى أن الله عز وجل قد أوجد جميع المخلوقات والجمادات بترتيب دقيق وبديع لصالح الإنسان، فتوجد على سبيل المثال داخل جسم الإنسان العديد من الكائنات الحية الدقيقة الاعتيادية (النافعة) (Normal human body flora) وهذه لصالح الإنسان، حيث تدخل في تنظيم الاتزان الداخلي للجسم، كما أن بعضها يعتبر طرق حماية ووقاية لكن إذا مارس الإنسان عوامل الفساد والزنا واللواط وشرب الدخان والمسكرات والمخدرات فإنها لا تلبث أن تتحول إلى كائنات ممرضة (Pathogenic flora) تسبب للإنسان العديد من الأمراض والأضرار المختلفة.

ومن هنا فإن السلاح الحيوي (Biological weapon) عبارة عن كائنات حية دقيقة (Microorganisms) لمجاميع ميكروبية مختلفة مثل البكتيريا (Bacteria) والفطريات (Fungi) والفيروسات (Viruses) والمفطورات (Mycoplasma) والمتدثرات (Chlamydia) والريكتسيات (Rickettsiae) والشعيات (Actinomyces). ولتلك الكائنات الحية الدقيقة العديد من

الصفات والخصائص التي استطاع الإنسان بفضل من الله عز وجل الاستفادة منها لصالحه في إنتاج العديد من متطلباته الأساسية، ومنها على سبيل المثال المضادات الحيوية والفيتامينات والإنزيمات والأحماض العضوية والبروتين الميكروبي أحادي الخلية (Single cell protein)، ومضادات السرطان، والمنظمات المناعية، والسموم المختلفة، والمركبات الصيدلانية النشطة. كما استفاد منها في التقنية الحيوية البيئية (Environmental biotechnology) والعديد من الاستخدامات الصناعية والتصنيع الغذائي، وفي التقنية الحيوية الزراعية، والمقاومة الحيوية (Biological control) (ابن صادق، ١٤٢٥هـ). ومع ذلك فقد استخدمها الإنسان للسيطرة والهيمنة كأسلحة جرثومية فتاكة وذلك من خلال خصائصها المختلفة وقدرتها على التكيف والتأقلم مع مختلف الظروف والعوامل البيئية.

تمتاز الكائنات الحية الدقيقة بالعديد من الصفات المختلفة والتي استفاد منها الإنسان كأسلحة دمار شامل، فهي متواجدة في البيئات عالية الحرارة ومتوسطة ومنخفضة الحرارة، كما أنها تتحمل الضغوط الجوية العالية، إذ تم عزلها من مختلف البيئات مثل المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار وقمم الجبال وفوهات البراكين والينابيع الحارة ومن المخلفات العضوية المتحللة ومن بقايا الإنسان والحيوان والنبات. كما أمكن بواسطة الهندسة الوراثية تطويعها لمختلف الاستخدامات، ومنها الحرب البيولوجية وبذلك أمكن الحصول على طفرات وراثية ميكروبية ذات خصائص مميزة يمكن استخدامها كأسلحة حيوية. وسوف يتم التطرق إلى تلك الكائنات الحية الدقيقة بالتفصيل حتى يمكن فهم ماهية تلك الأسلحة الجرثومية ومنها:

١ ـ البكتيريا: من الكائنات الحية الدقيقة بدائية النواة (Procaryotes)، متعددة الأشكال، تستخدم في الوقت الحالي على نطاق واسع

نظرا لانتشارها في مختلف الأوساط البيئية كما أن لها القدرة على إنتاج العديد من المركبات الأيضية مثل الإنزيمات والمضادات الحيوية. بالإضافة إلى قدرتها على التأقلم السريع مع مختلف الظروف البيئية من درجات الحرارة المرتفعة أو المعتدلة أو المنخفضة وقدرتها على النمو في الضغوط الجوية المرتفعة ودرجات مختلفة من تفاعل التربة، وعند إصابتها للكائن الحي وبالذات الإنسان تحدث له أمراضا خطيرة وتقيحات خطيرة وجروحا وتهيجا (Stainer et al. 1979 ; Sindgeton .1995)

٢ ـ الفطريات: من الكائنات الحية الدقيقة حقيقية النواة (Eucaryotes) لا تحتوي على بلاستيدات خضراء، ذات قدرة على التكيف والنمو في العديد من الأوساط البيئية، كما تم عزلها من مختلف الكائنات الحية، وتمتاز بقدرتها على إحداث العديد من الأضرار الصحية مثل أمراض الجلد والشعر والأظافر والفم والعيون والأنسجة اللمفاوية والجهاز التنفسي والأوعية الدموية والقلب والأعضاء التناسلية. وتستطيع إنتاج السموم الفطرية والمضادات الحيوية والتكاثر عن طريق إنتاج الجراثيم الجنسية واللاجنسية. كما أن لها دورا مهما في التحولات المختلفة للعناصر المعدنية في الطبيعة. وتدخل مع بعض النباتات المتخصصة في علاقات تكافلية ذات فائدة للتوازن البيئي.

٣ ـ الفيروسات: يتراوح حجمها بين ١٠ و٣٠٠ نانومتر، وبذلك لا يمكن رؤيتها بالمجهر العادي ويحتاج نموها إلى خلايا العائل الحي حيث لا تستطيع النمو على البيئات الصناعية. وهي تحتوي على نوع واحد فقط من الحامض النووي (RNA) أو (DNA). وعند

إصابتها للخلية الحية تقتلها وهذا يطلق عليه الأثر الاستسلامي (Cytopathic effect) . كما تحول الخلية من خلية عادية إلى خلية ذات صفات سرطانية، وقد يظل الفيروس ساكنا داخل الخلية المصابة وعندما تتوافر له الظروف يعمل على إحداث العديد من الاضطرابات للخلية، وتعمل الفيروسات على التصاق كريات الدم الحمراء وهذا المرض يطلق عليه التراص الدموي (Heamagglutination) (عمر، ١٤٠٦هـ؛ حسين والبسيوني، ١٤١٩هـ؛ حسين، ١٤٢١هـ) .

٤ ـ المفطورات (Mycoplasma) : عبارة عن بكتيريا وليست فيروسات وتختلف عن البكتيريا بكونها عديمة الجدار الخلوي . حجم المفطورة حوالي (١٢٥ـ٢٥٠) نانومتر . ولها أشكال عديدة لإنعدام جدارها الخلوي الذي يحل محله غشاء يتكون من ثلاث طبقات وتستطيع مقاومة البنسيلين وتموت بالمضاد الحيوي التتراسكلين والإرثرومايسين . وتتكاثر في أوساط صناعية ومنها المفطورة البشرية Mycoplasma hominis والمفطورة الرئوية Mycoplasma pneumoniae . وتسبب المفطورات العديد من الأمراض الخطيرة مثل أمراض الجهاز التنفسي وأمراض الجهاز البولي والتناسلي وأمراض الطفح الجلدي والتقرحات في ملتحمة العين والفم والالتهاب السحائي والتهاب المخ والشلل وفقر الدم الإنحلالي . لذا فإن المفطورات يمكن استخدامها كسلاح جرثومي فتاك وتعد أيضا مستوطنة في جميع أنحاء العالم وتحدث الأوبئة تقريبا كل ٤ سنوات (عمر، ١٤٠٦هـ) .

٥ ـ المتدثرات (Chlamydia): عبارة عن كائنات حية دقيقة تصيب الإنسان والحيوان وهي ليست فيروسات ولكنها بكتيريا لا تستطيع التكاثر في الأوساط الصناعية. كما تحتوي على الحمض النووي (RNA) أو (DNA)، وحجمها أكبر من الفيروسات وقطرها (٢٥٠ـ٥٠٠) نانومتر، وتتكاثر داخل خلايا حية. وهي حساسة لبعض المضادات الحيوية مثل مركبات السلفا والتتراسيكلين والإرثرومايسين. ومن أهم المتدثرات التي تصيب الإنسان المتدثرة الحثرية (Chlamydia trachomatis) وتسبب أمراضاً تناسلية وداء الحثر (Trachoma). ولكونها تسبب أمراضاً تناسلية في المجتمع فقد تم استخدامها بنجاح كسلاح جرثومي فتاك، كما تسبب أمراض العيون والالتهاب الرئوي (عمر، ١٤٠٦هـ).

٦ ـ الريكتسيات (Rickettsiae): ليست فيروسات وإنما تشبه البكتيريا في معظم خواصها وتتكاثر داخل خلايا حية. ولا يمكن عزلها في منابت صناعية ومن أهمها الريكتسية (Rickettsia). وهذه لا تقاوم الجفاف وتنتقل بالحشرات لذا يمكن استخدامها كسلاح جرثومي لإحداث الإصابة المرضية والتلوث. وهي عبارة عن مكورات عضوية، أكبر حجما من الفيروسات وتحتوي على الحمض النووي (RNA) أو (DNA) وتسبب مجموعة أمراض التيفوس (Typhus group). ومنها العديد من الأمراض مثل مرض التيفوس الوبائية والتيفوس المستوطنة التي تنتقل عن طريق البراغيث والجرذان، لذا تعد سلاحا جرثوميا فتاكا، هناك أيضا حمى الخندق (Trenth fever) والتي تنتقل بواسطة القمل وتمتاز بحدوث صداع وإرهاق وبرودة الأطراف والعرق ولأنها تكثر بين الجنود خلال الحروب فقد أمكن استخدامها كسلاح جرثومي فتاك (عمر، ١٤٠٦هـ).

٧ـ الشعيات (Actinomyces) : عبارة عن بكتيريا خيطية (Filamentous bacteria) ذات علاقة بالبكتيريا الوتدية والعصيات الفطرية . وشكلها الخارجي يشبه الفطريات . ومن أهمها الشعية الإسرائيلية (Actinomyces Isrealii) والذي يسبب داء الشعيات (Actinomycosis) . كما تسبب مرضاً مزمناً متقيحاً في الفم ، كما قد يصل الداء إلى الرئتين . ومن أنواع الشعيات أيضا النوكاردية (Nocardia) والتي تصيب الإنسان وهو مرض انتهازي يصيب الرئتين وتستخدم الشعيات كسلاح جرثومي فتاك (عمر ، ١٤٠٦هـ) .

واستنادا إلى الخواص السابقة للكائنات الحية الدقيقة فقد أمكن استخدامها وتطويعها في الحرب الجرثومية بحيث كشفت الدراسات في مجال وراثة وبيولوجية جزئيات الكائنات الحية الدقيقة قدرتها على الاستجابة للمؤثرات التطفرية مثل الأشعة الفوق بنفسجية والأشعة السينية والمواد الكيميائية والتأثيرات الفيزيائية والتي تؤدي إلى حدوث الطفرات الوراثية (Genetic mutations) . ومنها على سبيل المثال ما يستخدم في الوقت الحالي كسلاح جرثومي فعال أمكن تحضيره معمليا يطلق عليه الخلط الوراثي للفيروسات (Genetic recombination of viruses) وهو عبارة عن تكوين كروموسوم بنوي (Progeny) من الحمض النووي لفيروسين مختلفين . وكذلك الطفرات البكتيرية الناتجة عن غزو فيروسين متقاربين وطفرات الخلط البكتيري والفطري وطفرات لاقمات البكتيريا . وتعمل تلك الطفرات على إندماج ونقل وزيادة فاعلية الصفات الوراثية لإنتاج كائنات حية دقيقة تعمل بكفاءة عالية كسلاح جرثومي فتاك (عبدالرحمن ، ١٤٢٥هـ) .

وتوجد في الوقت الحالي العديد من الميكروبات المستخدمة كسلاح جرثومي مثل البكتيريا التي تسبب بعض الأمراض مثل مرض الجمرة الخبيثة (Anthrax) والذي تسببه Bacillus anthracis ، ومرض الطاعون (Plague) الذي تسببه Pasteurella pestis ، ومرض الكوليرا (Cholera) الذي تسببه Vibrio cholerae ، ومرض الحمى المتموجة وتسببه Brucella suis . كما تفرز بعض الأمراض البكتيرية المتخصصة سموما بكتيرية تستخدم على نطاق واسع كسلاح جرثومي ومنها البكتيريا Clostidium botulinum & Corynebacterium diftheriae & Vibrio cholerae & Salmonella typhi & Samonella typhimurium كذلك البكتيريا التي تسبب مرض السعال الديكي (البسيوني وآخرون، ١٤٠٨هـ).

كما تم استخدام الفيروسات كسلاح جرثومي خطير لقدرتها على إحداث العديد من الأمراض الشاملة والموضعية، والتي تنتشر انتشارا مباشرا في جميع خلايا الجسم، ومنها فيروس الحصبة (Measles) والذي ينتمي إلى الفيروسات نظير المخاطية (Paramyxoviruses) . وله القدرة على تراص وتكسير كريات الدم الحمراء، ويؤدي إلى ارتفاع في درجة الحرارة وإفرازات من الأنف واحتقان في العيون ثم ظهور الطفح الحطاطي على الجلد. ويصاحب عادة بالعديد من المضاعفات مثل النزلة الشعبية والتهاب الشعب الهوائية والالتهاب الرئوي. كما أن هناك مضاعفات نادرة للحصبة مثل التهاب الدماغ والنخاع (عمر، ١٤٠٦هـ).

ومن الأسلحة الفيروسية فيروس النكاف (Mumps) وعند إحداثه للإصابة يؤدي إلى ارتفاع في درجة الحرارة والتهاب في الغدة اللعابية وتورم في الغدة النكفية (Parotid gland) بالإضافة إلى الالتهاب السحائي والتهاب الدماغ وضعف العضلات والشلل والتهاب الخصية والبنكرياس والغدة

الدرقية بالإضافة إلى السابق فإن فيروس شلل الأطفال (Poliomyelitis) وفيروس الحمى الصفراء (Yellow fever) وينتقل عن طريق البعوض ويحدث للإنسان يرقاناً ونزيفاً دموياً وتسمماً كلوياً. وفيروس الجدري (Small pox) وحمى الببغاء (Psittactosis) وفيروس حمى أبو الركب (Breakbone fever) من أكثر الفيروسات المستخدمة في الوقت الحالي كسلاح جرثومي فتاك.

وهناك أيضا الفطريات المستخدمة في الحرب الجرثومية ومنها الفطريات الخارجية الجلدية والجهازية والانتهازية. وقد أمكن في هذا المجال استخدام الفطريات الجهازية (Systemic fungi) كسلاح جرثومي ومنها الفطرة Coccidis mycosis والتي تسبب داء الفطار الكرواني (Coccidiomycosis) والذي ينتقل للإنسان عن طريق الجهاز التنفسي حيث يعاني المريض من الحمى والفتور والسعال ويتطور المرض ليحدث التهابا في السحايا والعظام (عمر، ١٤٠٦هـ).

تستخدم الفطريات الانتهازية (Opportunistic fungi) على نطاق واسع في الحرب الجرثومية حيث تستطيع غزو جميع أعضاء الإنسان ومنها خميرة Candida albicans والتي تصيب جميع أجهزة الإنسان وتسبب التهابات في الأوعية الدموية والقلب والعيون والفم والأظافر والجلد والأعضاء التناسلية للمرأة (عمر، ١٤٠٦هـ).

تستخدم السموم الفطرية (Fungal toxins) في هذا المجال ومنها التي أطلق عليها المطر الأصفر والفطريات الرشاشة مثل فطرة .Aspergillus sp التي تصيب القصبات الهوائية والرئة. بالإضافة إلى مئات السلالات الجرثومية التي لا يمكن الكشف عنها من قبل بعض الدول التي تستخدم هذا النوع من الأسلحة، ومنها على سبيل المثال المفطورات (Mycoplama)

والمتدثرات (Chlamydia) والريكتسيات (Rickettsiae) والتي تسبب أمراض الكساح (Rickettsi disease) مثل الحمى الغربية (fever- Q) والذي تسببه Coxiella burnetti وهي تصيب الإنسان والحيوانات الأليفة وتسبب ارتفاعا في درجة الحرارة، وصداعا وتضخما في الكبد، ومضاعفات في القلب (عمر، ١٤٠٦هـ).

ولا يمكن بأي حال من الأحوال تغطية جميع الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في الحرب الجرثومية نظرا للسرية المحاطة بالمعامل الحيوية لإنتاج الكائنات الدقيقة. وقد كشفت العديد من الحوادث مثل أزمة الصواريخ الروسية مع كوبا عام (١٩٦٢م) عن اقتراح استخدام السلاح الميكروبي. كما كشفت العديد من الوثائق البريطانية والروسية والأمريكية واليابانية والألمانية الدراسات الخاصة بالحرب الجرثومية.

وهناك العديد من الوسائل التي تنتشر بها الميكروبات ومن أهمها استخدام الحيوانات مثل الفئران أو الحشرات مثل البعوض والذباب لنقل الميكروبات عن طريق إصابة الإنسان مباشرة أو تلويث المصادر المائية أو الغذائية، وتتم الإصابة بالميكروبات عن طريق تلويث الهواء الجوي أو الماء بالكائنات الحية الدقيقة المرضة، وذلك بإطلاق مساحيق تحتوي على الميكروبات المجففة، أو باستخدام قنابل حاملة للميكروبات (البسيوني وآخرون، ١٤٠٨هـ).

ومنذ الحرب العالمية الثانية أمكن إنتاج وحدات متجمعة من القنابل تحتوي على مخلوط من الجراثيم. ثم استمرت التجارب في هذا المجال ليتم إنتاج تصميم يعتمد على الضغط الهيدروليكي يؤدي إلى اندفاع الميكروبات على هيئة سحابة، كما يمكن رش الميكروبات بواسطة الطيران

المنخفض. وقد سعت العديد من الدول إلى تطوير السلاح الجرثومي عن طريق استخدام الأشعة كمطفرات وراثية للجينات الجرثومية تؤدي إلى نشوء كائنات حية دقيقة ذات صفات وراثية مقاومة للعديد من المستحضرات الكيميائية المستخدمة في المقاومة الميكروبية والتي تسبب للإنسان عند استخدامها كسلاح العديد من التشوهات والحروق الجلدية، ويمتد خطرها إلى داخل جسم الإنسان. وتحدث تلك الجراثيم عند انتشارها العديد من الأمراض المختلفة للكائنات الحية من إنسان ونبات وحيوان، كما تمتد أضرارها لتشمل المكتسبات الاقتصادية البيئية المختلفة. ولا يمكن بأي حال من الأحوال التخلص من تلك الأضرار في فترة وجيزة وإنما تمتد لفترات طويلة تحتاج إلى استخدام تقنيات متطورة. وقد أمكن استخدام الأشعة في إبطال الأثر الفعال لبعض الخواص الفيروسية والبكتيرية والفطرية، فقد تمت دراسة أثر الجرعات المتزايدة من الأشعة فوق البنفسجية على فيروس الإنفلونزا فثبت قدرتها على إخماده.

تمتاز الأسلحة الجرثومية بقلة التكاليف مقارنة بالأسلحة التقليدية. وقد شرع الإسلام التعامل بصدق مع هذه الجراثيم بما روى أسامة بن زيد رضي الله عنه عن النبي ﷺ قال: «إذا سمعتم بالطاعون بأرض فلا تدخلوها، وإذا وقع بأرض وأنتم فيها فلا تخرجوا منها» (رواه البخاري). وللكائنات الحية الدقيقة قدرة على الانتشار (٢٤٥ كجم من السلاح الجرثومي يغطي حوالي ٣٠ ألف ميل مربع). والنمو وإحداث الإصابة خلال فترة زمنية قصيرة ولفترة طويلة كما لا تحتاج الميكروبات إلى مستودعات ضخمة لتخزينها.

والكائنات الحية الدقيقة مكونات أساسية للنظام البيئي لا يرى معظمها بالعين المجردة، وتشمل البكتيريا والفطريات والفيروسات والأوليات

بالإضافة إلى الطحالب. كما تمتاز بصغر حجمها وقدرتها على التكيف والتأقلم في مختلف الظروف البيئية. وقد عزلت عن جميع الأوساط البيئية، وعن الإنسان والحيوان والنبات، ومن مصادر المياه المختلفة مثل المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والمياه الجوفية والسطحية. كما تم عزلها عن مختلف المصادر الغذائية مثل اللحوم والبيض واللبن ومشتقاته والبهارات والخضروات. وبالإضافة إلى ما سبق فقد تم عزلها أيضا عن النفط ومشتقاته عمن مناجم المعادن الثقيلة والذهب والفضة وعن مخلفات الصرف الصحي. ومن أهم المميزات الأخرى للسلاح الجرثومي أنها تحقق العديد من الأهداف الاستراتيجية ومن أهمها المساهمة في إضعاف قوة العدو العسكرية وقدرته على الحرب وتثبيط همة أفراد المجتمع وإضعاف رغبتهم في مواصلة الحرب وهذا يطلق عليه الهدف النفسي، حيث إن السلاح الجرثومي سلاح فتاك سريع الانتشار والإصابة وإحداث الأمراض.

وتمتاز الأسلحة الجرثومية أيضا في كونها سريعة التأثير مع السلاح الكيميائي، والتي تؤثر على الإنسان والبيئة مما يسبب دمارا شاملا عند استخدامها. ويمكن في هذا المجال بواسطة الهندسة الوراثية إنتاج العديد من السلالات الميكروبية ذات الخصائص شديدة الفعالية والتأثير والانتشار والإصابة. ومن الأمور المميزة للأسلحة الجرثومية أنه يمكن تطوير التركيب الوراثي لخلية الكائن الحي وبما يناسب الاستخدام الفعلي والظروف البيئية. كما أمكن معرفة التراكيب الدقيقة للأحماض النووية للكائنات الحية الدقيقة وتحديد الصفات الوراثية بدقة، والعمل على بناء كائنات حية دقيقة ذات خصائص وصفات فتاكة مميزة. ونظرا لسرعة معدل انقسام الكائنات الحية الدقيقة فقد أمكن أيضا تطويعها واستخدامها كسلاح جرثومي، حيث أمكن في هذا المجال إنتاج كائنات حية دقيقة قادرة على إنتاج وإفراز سموم فتاكة

وبكميات كبيرة . كما أمكن أيضا التحكم بجدارة في إنتاج صفات معينة ومحددة من الكائنات الحية الدقيقة التي تناسب كل منطقة من مناطق العالم (عبدالرحمن، ١٤٢٥هـ) .

إن انتشار الكثير من الأمراض الميكروبية المتصلة بالجنس والأمراض الجنسية على سبيل المثال في كثير من الدول الإباحية يعتبر إرهابا حيويا يمكن تصديره ومهاجمة الدول الأخرى به . ويمكن القول بأن الإرهاب الحيوي يعد من أخطر أنواع الإرهاب التي تستخدم فيها الأسلحة الحديثة حيث إن الكائنات الحية الدقيقة الملوثة للماء والغذاء ذات انتشار فتاك وسريع . كما أن فيروسات الانفلونزا أيضا ذات أضرار مميتة إذا ما تم استخدامها كسلاح حيوي . وقد أمكن في هذا المجال الاستفادة من مميزات الكائنات الحية الدقيقة كسلاح إرهابي خطير استنادا إلى التأثير الإشعاعي وبخاصة الأثر الإشعاعي على خواص الفيروسات . وكما هو معلوم فإن الإشعاع الذري أصبح من الأمور المهمة في الاستخدامات المختلفة في الوقت الحاضر . ويقصد بالإشعاع الذري مجموعة الأشعة التي لها قابلية لفلق الذرات والجزيئات التي تتكون منها المادة وتشمل الأشعة السينية وأشعة جاما، وللإشعاع الذري التطبيقات المختلفة في الطب والصناعة وسوف نتناول بشيء من الإيجاز الأثر الإشعاعي على خواص الفيروسات (البسيوني، ١٤٢٢هـ) .

إن تأثير الإشعاعات أو التشعيع (Irradiation) يتبوأ بوجه خاص مركزا مهما بين العوامل البيئية المؤثرة على الفيروسات، وذلك للسببين التاليين :

١ ـ ينتج عن تعريض بعض الفيروسات لجرعات تشعيع متزايدة وإبطال متدرج لبعض الخواص . فإذا استطاعت الجرعات القليلة إبطال القدرة التطفلية للفيروس دون المساس بقدرته كمولد مضاد أمكن استعماله كأحد اللقاحات (Vaccines) .

٢ ـ يستحث التشعيع حدوث الطفرة في بعض الفيروسات وإنتاج الجديد من السلالات، وهذا قد يعد من الغرابة بمكان، إذ أن الفيروسات كائنات لا خلوية وبالتالي لا تحتوي على كروموسومات وما تطويه الأخيرة من جينات (Genes) إذ المعروف أن الطفرة المستحثة في الكائنات الحية تحدث نتيجة لتفسير خاص في الجينات وتستحث الطفرة إما نتيجة لتأثير بعض المواد أو بالإشعاعات مما ينتج عنه تفسير في بعض صفات الأحياء وإنتاج الجديد من السلالات، وتعرف الطفرة الموجودة في الأحياء باسم الطفرة الجينية (Gene mutation) لأن الطفرة تنتج عن تفسير خاص في الجينات.

أما الفيروسات ففيها ما يعرف بالطفرة التي تحدث باسم الطفرة الإلكترونية (Electronic mutation) بسبب أن حدوثها إنما هو نتيجة لما تقوم به الإشعاعات المؤينة من انتزاع إحدى الإلكترونات من ذرات أو جزيئات الفيروسات مما ينتج عنه اختلال في انتظام ما تبقى من الإلكترونات. ومن ثم تقوم هذه الإلكترونات المتبقية بإعادة تنظيمها. ويتسبب عن ذلك حدوث تفسير كيميائي قد يبدل من طبيعة الفيروسات وصفاتها، ومن ثم تحدث الطفرة وما يتبعها من إنتاج الجديد من السلالات. وهناك الكثير من الأدلة على شيوع ظاهرة التطفر بين الفيروسات تحت الظروف العادية، ويتمثل ذلك فيما لوحظ في الأعوام الأخيرة من ظهور سلالات جديدة من فيروس الإنفلونزا (Influenza) حيث يكون البعض منها أكثر خطورة من حيث مدى الإصابة والتأثير المنهك على الإنسان من السلالة الأصلية التي تطفرت منها. ومن أهم الصفات الرئيسة للفيروسات:

أ ـ القدرة على الإصابة وإحداث المرض.

ب ـ السمية (Toxicity).

جـ- ظاهرة التداخل (Interference phenomenon) وهذه عبارة عن ظاهرة صيانة فيروس للأنسجة ضد الإصابة الثانوية بفيروس آخر.

د- قدرة الفيروس كمولد مضاد على استحثاثات الأجسام المضادة للتكوين في أمصال دم الأحياء، إما إن يكون تأثير الإشعاعات على الفيروسات تأثيرا مباشرا أو أن الإشعاعات تنتج موادا في المنبت الذي توجد فيه الفيروسات تكون ذات تأثير على الفيروسات.

وأهم هذه الإشعاعات، الأشعة تحت الحمراء المستحدثة حراريا، الأشعة المرئية، الأشعة فوق البنفسجية، وأشعة إكس، وأشعة جاما. وقد درس بالتفصيل تأثير الجرعات المتزايدة من الأشعة البنفسجية على فيروس الإنفلونزا فيما يختص بفعالية الصفات الرئيسة الآنفة الذكر، ووجد أن أولى الخواص المخمدة بالتشعيع بالأشعة فوق البنفسجية هي القدرة على إحداث المرض، وتليها السمية، ومع ازدياد الجرعات بعد ذلك تبدأ ظاهرة التداخل في الاختفاء، أما بقية الخواص فلا يعتريها خمود إلا بعد زيادة الجرعات الإشعاعية إلى مدى كبير، ومن ثم يمكن تحضير لقاح (Vaccine) الإنفلونزا (Influanza) من الفيروس الضاري بتعريض الأخير لجرعات مقننة نسبيا من الأشعة فوق البنفسجية لتخميد قدرته على إحداث المرض، والبقاء على صفة القدرة في توليد المضادات.

من المعروف أيضا أن الفيروسات تتركب من جزء بروتيني وحمض نووي (DNA) أو (RNA)، فبالنسبة للأثر الإشعاعي على الفيروسات يتركز فيما يحدث من خلل في البروتين أو في الحمض النووي. فمثلا الحمض النووي (DNA) له قدرة على امتصاص للأشعة 2600°A(٢٦٠٠ أنجستروم)، بينما البروتين له قدرة امتصاص حوالي 2800°A (٢٨٠٠ أنجستروم). لهذا

تعد الأشعة فوق البنفسجية من أكثر الأشعة تأثيرا على الفيروسات . ويعد الطول الموجي 2650°A أكثر فعالية في إحداث الإخماد (Inactivation) . أما كيفية حدوث الطفرة التي هي عبارة عن تغيير مفاجىء ينشأ عن حدوث تفسير في ترتيب القواعد النيتروجينية (Nitrogenous base) التي توجد في الحمض النووي ، فتنتج عن ذلك خواص جديدة للفيروس وبالتالي تتكون أشكال جديدة منه وهذا ما يعرف بالتطفر .

من السابق يتضح أن للأثر الإشعاعي دورا رئيسا ومهما في التحولات المختلفة للخواص الرئيسة في الفيروسات ، كما أن الحاجة ما زالت في الوقت الحاضر تتطلب المزيد من الأبحاث الإشعاعية لدراسة الأثر الضار لتلك الأشعة على الخواص الفيروسية ، وبالذات فيروس نقص المناعة والمسبب لمرض الإيدز .

تطور علم الهندسة الوراثية تطورا هائلا في الوقت الراهن ليصل إلى مستوى مذهل من حيث التطبيقات المختلفة لصالح الإنسان والبيئة . وبالمقابل فإن مخرجات هذا العلم استخدمت من قبل الإنسان في بسط النفوذ والهيمنة والسيطرة ، وقد كشفت الأبحاث المختلفة الوراثية أن خلايا كل كائن حي تحتوي على مادة وراثية تتضمن المعلومات الخارجية بتركيب وظائف أعضائه المختلفة . ومن هنا فإن علم الهندسة الوراثية يتضمن وراثة الكائنات الحية الدقيقة وتطبيقاتها المختلفة في الطب والزراعة والتقنية وأيضا الحرب الحيوية ، ومن خلال هذا العلم يمكن الحصول على كائنات حية دقيقة تستخدم بكفاءة في الحرب البيولوجية . وتستخدم في هذا المجال العديد من الكائنات الحية الدقيقة كسلاح جرثومي وفي مقدمتها بكتيريا E.coli &Bacillus sp. والفطرة Aspergillus nidulans والخميرة Saccharomyces sp . (حسين، ١٤٢١هـ) .

وقد أمكن من خلال الهندسة الوراثية تقديم العديد من التطبيقات العلمية لصالح الإنسان ومنها على سبيل المثال النباتات والحيوانات المعدلة وراثيا ومشروع المورث البشري وتقنيات معاود الارتباط والطب وهندسة البروتينات. ولكن لم يقتصر الإنسان على ذلك، وإنما امتدت تطلعاته إلى السيطرة والهيمنة والدمار عن طريق عسكرة الهندسة الوراثية. وكلما تقدمت الأبحاث والدراسات في مجالات الهندسة الوراثية يزدهر معها إمكانية استغلال الكائنات الحية الدقيقة في التطوير والكشف عن سلاح جرثومي فتاك ذو صفات معدلة وراثيا، بالإضافة إلى خصائص تركيبية وتشريحية ووظيفية ملائمة للاستخدام كسلاح جرثومي.

وقد كشفت حربا الخليج الأولى والثانية وحرب البلقان خطورة استخدام السلاح الجرثومي. كما أن إسرائيل قد شرعت فعلا منذ فترة طويلة في الاستفادة من مخرجات الهندسة الوراثية في الجانب العسكري حيث أمكن في هذا المجال الكشف عن وجود سلاح جرثومي شديد الفعالية والخطورة يطوره مختبر نيس تزيون الحكومي الإسرائيلي يتم من خلاله إنتاج فيروس فتاك قادر على التمييز في إصابة العرب دون اليهود مستفيدة من أبحاث معملية أجراها النظام العنصري في جنوب أفريقيا لتطوير سلاح جرثومي يلحق الدمار والهلاك بالسود دون البيض (عبدالرحمن، ١٤٢٤هـ).

وللحد من خطورة السلاح الجرثومي فقد تم توقيع اتفاقية حظر الأسلحة البيولوجية عام (١٩٧١م) وفي العام (١٩٩٥م) تم التفاوض لتوقيع بروتوكول للتحقيق والمراقبة وإقامة نظام للتفتيش يفرض على الدول الإعلان عن أي نشاط لإنتاج السلاح البيولوجي.

وبعد هجوم ١١ سبتمبر فقد انتشر الهلع والفزع لدى الولايات المتحدة الأمريكية والتخوف من الإرهاب البيولوجي، وخصوصا من بكتيريا الجمرة الخبيثة (Bacillus anthracis) (Anthrax). وقد تم لذلك إنشاء مكتب البرنامج المشترك للدفاع الحيوي عام (١٩٩٢م). كما تمت زيادة المبالغ المخصصة حول المجالات الخاصة المضادة لأسلحة الجراثيم الفتاكة. علما بأن الولايات المتحدة رفضت توقيع البروتوكول الخاص بتطبيق المعاهدة الدولية لحظر ونشر وتطوير وإنتاج وحيازة الأسلحة الحيوية والتي وقعت عليها (١٤٢) دولة عام (١٩٧٣م). وقد أكد العديد من الخبراء مثل د. سيتوارت هورست غنثر (رئيس الصليب الأحمر الدولي) دور الولايات المتحدة في استخدام الأسلحة الحيوية عند اكتشافه جسماً صغيراً أثناء زيارة تفقدية له في جنوب العراق عام (١٩٩١م) وقد تمت مصادرة ذلك الجسم من خلال أجهزة المراقبة في المطار لشدة الإشعاع المنبعث منه. ثم تبين له فيما بعد انتشار العديد من الأمراض بين الأطفال في جنوب العراق ومنها أمراض في الكلى والكبد ناتجة عن أجسام غريبة مماثلة للتي رمتها القوات الأمريكية خلال حرب الخليج، علما بأن نتائج تلك الأسلحة الحيوية والإشعاعية قد أصابت أيضا القوات الأمريكية والبريطانية والفرنسية وذلك من خلال التقرير الذي أصدره معهد السياسة البيئية للجيش الأمريكي عام (١٩٩٥م) تحت عنوان: «المؤثرات البيئية نتيجة استخدام اليورانيوم المنضب في الجيش الأمريكي».

وقد تكررت عسكرة الحرب الجرثومية في البوسنة وكوسوفا وأفغانستان. ففي منتصف شهر مايو (٢٠٠٢م) تم إصابة عشرات الجنود البريطانيين في أفغانستان بمرض الحمى مما تطلب علاجهم في بريطانيا، وقد تم الكشف عن أن تلك الإصابة كانت نتيجة هجوم حيوي من قبل القوات الأمريكية (عبدالرحمن، ١٤٢٥هـ).

توجد العديد من الطرق المختلفة لانتشار الأسلحة الحيوية، استنادا إلى الدراسات الخاصة بالمناطق المطلوب فيها نشر السلاح الحيوي، فيمكن على سبيل المثال نشر الأمراض الجرثومية بواسطة الكائنات الحية المختلفة مثل الحشرات والفئران والأرانب والطيور والبعوض والذباب. كما يمكن نشر السلاح الحيوي بواسطة السحابة الحيوية، والتي تحتوي على مسحوق حيوي لكائنات حية دقيقة مثل الجمرة الخبيثة استنادا إلى توفير العوامل الجوية والبيئية للمساعدة في سرعة نشر السحابة الحيوية.

وقد تطورت عسكرة الأسلحة الحيوية في الوقت الراهن لتصل إلى مستوى فائق من الدقة والكفاءة، فقد استخدمت في البداية قنابل عديدة متفجرة مملوءة بمعلق كثيف يحتوي على نسبة معينة من الميكروبات الممرضة ثم تطور ذلك السلاح ليحتوي على مجموعة حارقة تزن الوحدة منه (٥٠٠) رطل وتتركب الوحدة منه من (١٠٦) قنابل صغيرة تحتوي كل قنبلة على حوالي (٣٤٠) غراماً من معلق سائل يحتوي على (٩٦٪) من وزنه ماء و(٤٪) من وزنه بكتيريا عضوية نشطة مثل المسببة لمرض الجمرة الخبيثة.

ثم تتوالى طرق التحسين والتطوير للسلاح الحيوي لإنتاج قنبلة حيوية تطلق من ارتفاع (٣٥) ألف قدم، كما تم أيضا إنتاج قنبلة تعتمد على الضغط الهيدروليكي تحتوي على مسحوق للسلاح الحيوي. وتوجد أيضا طريقة الرش من خزانات تحتوي على السلاح الحيوي بواسطة الطائرات. وقد تم تقدير أن رش معلق سائل حجمه (٤٠٠٠) جالون أمريكي من خزانات طائرة واحدة أثناء الليل عندما تكون سرعة الرياح (١٠) أميال في الساعة يحقق إصابة تقدر بحوالي (٥٠٪) من السكان في منطقة مساحتها (٥٠) ألف ميل مربع (البسيوني وآخرون، ١٤٠٨هـ).

الصعوبات التي تواجه التوسع في الإنتاج الحيوي للأسلحة الفتاكة تعد ذات أهمية خاصة نظرا لصعوبة التعامل مع الكائنات الحية الدقيقة خصوصا إذا ما أريد التخلص منها بعد إعدادها وتجهيزها كسلاح فعال. عموما فإن من أهم تلك الصعوبات ما يلي :

أ- يجب الإشارة إلى أن الكائنات الحية الدقيقة كانت حية تتطلب فترات محددة لضمان فعاليتها الحيوية، فالعديد منها لابد وأن يتم نقله باستمرار لبيئات جديدة لضمان ثبات العوامل الحيوية الضرورية للنمو الميكروبي. وعليه فلابد من التخلص من الأسلحة الحيوية إذا لم تستخدم خلال فترات محددة.

ب- تحتاج إلى مواصفات خاصة وعوامل بيئية وظروف حيوية عند تخزينها، وتحتاج أيضا إلى بيئات صناعية لضمان استمرار نموها.

جـ- قد تظهر بعض الطفرات الوراثية (Genetic mutations) أثناء فترة التخزين، وقد تكون تلك الطفرات شديدة الخطورة والفتك، كما قد تكون ذات صفات وخصائص ضعيفة لا تلائم استخدامها كسلاح حيوي فتاك نتيجة لخزنها لفترة طويلة.

د- تختلف طرق نشرها باختلاف الكائنات الحية الدقيقة، فبعض الميكروبات قد تتأثر بدرجات الحرارة العالية وبعضها يتأثر بالبرودة المنخفضة.

هـ- لابد من الإشارة إلى أن دقة وكفاءة السلاح الحيوي تعتمد بالدرجة الأولى عند نشرها على ملاءمة الظروف البيئية وأيضا توفر البيئة الملائمة، وأن الإصحاح البيئي يلعب دورا كبيرا في سرعة انتشارها وإحداثها للأوبئة. فالبيئة الملوثة على سبيل المثال مكان ملائم لكفاءة السلاح الحيوي. كما أن أفراد المجتمع ذوي التأهيل الجيد

للمقاومة الميكروبية والذين تم إعطاؤهم اللقحات المناسبة أكثر مقاومة للسلاح الحيوي من أفراد المجتمع الذين لم يتم إعطاؤهم اللقاحات المناسبة للحد من خطورة الأسلحة الجرثومية .

و ـ الدراسات المكثفة والأبحاث ذات أهمية خاصة لإيجاد طرق دفاعية ذات كفاءة عالية للحد من السلاح الجرثومي . في حين أن أهم الصعوبات التي تواجه الدول الفقيرة عدم وجود الأموال اللازمة لإجراء الأبحاث في مجال السلاح الجرثومي .

ز ـ من الصعوبات الأخرى عدم توفر اللقاحات المناسبة بكميات كبيرة لتطعيم أفراد المجتمع بصفة دورية ولتكن كل (٣) سنوات على سبيل المثال .

حـ ـ كما أن تحديد السلاح الجرثومي يعد ذا أهمية خاصة ، وهذا لا يمكن تحقيقه بسهولة ويتطلب الأمر إجراء الدراسات والأبحاث البيئية والجغرافية لتحديد مناطق العالم المختلفة بدقة تامة (البسيوني وآخرون ، ١٤٠٨هـ) .

بعد أحداث الحادي عشر من سبتمبر ، انتشرت في العالم العديد من الأخبار والروايات والقصص التي تؤكد جميعها قدرة السلاح الحيوي على الدمار والهلاك ، وتلك الروايات اعتمدت على العديد من الأحداث التاريخية ومنها على سبيل المثال تسرب بكتيريا الجمرة الخبيثة أثناء تدريب الجيش الروسي عام (١٩٨٠م) مما أدى إلى قتل أكثر من (١٠٠٠) شخص . كما انتشر في الوقت الراهن في الولايات المتحدة الأمريكية الهلع والفزع من جراء استقبال طرود بريدية تحتوي على مسحوق لبكتيريا الجمرة الخبيثة . وأيضا فإن سموم بكتيريا Clostridium titani يعد من أهم الأسلحة الجرثومية والذي يؤدي إلى الوفاة إذا تعرض شخص ذو جرح للسم . وحاليا فإن القنبلة

الجينية ذات كفاءة عالية لإبادة مجاميع بشرية محددة دون سواها وهذا ما تسعى إسرائيل إلى تطويره وإنتاجه في الوقت الحالي. كما أن السموم العضوية وهي عبارة عن مواد كيميائية يتم إنتاجها حيوياً يمكن استخدامها كسلاح بيولوجي فعال فقد وجد أن إلقاء (٢٤٠) جراماً من السم العضوي الناتج عن فساد اللحوم في خزانات مياه بلدة يسكنها خمسون ألف نسمة مثلا يؤدي إلى موت نصف السكان بسرعة فائقة، ورش مدينة يقطنها (٥) ملايين نسمة من الجو ببكتيريا الجمرة الخبيثة يؤدي إلى موت مائة ألف نسمة مباشرة بالإضافة إلى إصابة (١٥٠) آخرين من السكان (عبدالرحمن، ١٤٢٥هـ).

إن من أهم البكتيريا المرضة المستخدمة كسلاح جرثومي التالي: بكتيريا Staphylococcuy sp. المسببة لمرض التقيح (Suppuration). وبكتيريا Neissoria gonorrhoeae المسببة لمرض التعقبية. وبكتيريا Salmonella typhi المسببة لمرض حمى التيفويد. وبكتيريا Vibriocholera المسببة لمرض الكوليرا. وبكتيريا Yersinia pestis المسببة لمرض الطاعون (Plague). وبكتيريا Treponema pallidum وبكتيريا N. meningitidi المسببة لمرض التهاب السحايا (Meningitis). وبكتيريا Streptococcus pneumoniae المسببة لمرض ذات الرئة. حيث يمكن استغلال تلك الأنواع المختلفة من البكتيريا لإنتاج العديد من الأسلحة الجرثومية استنادا إلى مخرجات الهندسة الوراثية طبيعة العوامل البيئية والظروف المختلفة لكل منطقة من مناطق العالم. وقد تم توظيف الهندسة الوراثية بشكل جيد لإنتاج السلاح الحيوي علما بأن هناك العديد من الحقائق السرية عما تم إنتاجه فعلا لدى بعض الدول ومنها الولايات المتحدة الأمريكية وإسرائيل والتي لا يتم الإفصاح عنها في الوقت الراهن.

نتيجة للصراع المتواصل بين الدول الكبرى في بسط السيطرة والهيمنة على العالم، اتجهت الأنظار ومراكز الأبحاث إلى السعي للاستفادة من مكونات النظام البيئي (Ecosystem) لإلحاق الدمار بالإنسان. فنشأت لذلك العديد من النظريات الحربية والتي تهدف جميعها إلى إلحاق الأضرار البيئية في مدة وجيزة مع استخدام عناصر من النظام البيئي مثل الكائنات الحية الدقيقة (الجراثيم) وبأقل التكاليف دون الحاجة إلى الترسانة العسكرية الضخمة (Backett, 1982).

كشف استخدام الكائنات الحية الدقيقة كسلاح في العديد من الحروب المختلفة تجرد الإنسان فيها من أخلاقه وفطرته التي فطره الله عز وجل عليها، فعندما تنكر لإنسانيته استخدم حتى عناصر النظام البيئي في التدمير وهي التي سخرها الله عز وجل لخدمته: ﴿ **هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُم مَّا فِي الأَرْضِ جَمِيعًا** ...﴿٢٩﴾ ﴾(سورة البقرة). ولم يمتثل لقوله تعالى: ﴿ **وَلا تُفْسِدُوا فِي الأَرْضِ بَعْدَ إِصْلاحِهَا** ...﴿٥٦﴾ ﴾ (سورة الأعراف). ونتيجة للأبحاث المكثفة في هذا المجال أمكن تطوير العديد من الكائنات الحية الدقيقة لاستخدامها كسلاح حربي فتاك (محمود، ١٩٨٢م).

وقد أخذ الله عز وجل العهد على الإنسان بعدم الإخلال والإفساد بالنظام البيئي وسفك الدماء، قال تعالى: ﴿ **وَإِذْ أَخَذْنَا مِيثَاقَكُمْ لا تَسْفِكُونَ دِمَاءَكُمْ وَلا تُخْرِجُونَ أَنفُسَكُم مِّن دِيَارِكُمْ ثُمَّ أَقْرَرْتُمْ وَأَنتُمْ تَشْهَدُونَ** ﴿٨٤﴾ ﴾ (سورة البقرة). ولا شك أن المطلع على أحوال العالم في الوقت الحالي يرى أن هناك العديد من أسلحة الدمار المختلفة ومنها الجراثيم. وإذا كانت الدول العربية والإسلامية حددت تعاملها الإنساني بخصوص هذا النوع من الأسلحة الفتاكة فإنها مطالبة في الوقت نفسه بالعمل على التصدي لتلك الأسلحة المدمرة عن طريق تشجيع الدراسات والأبحاث العلمية لإيجاد

وسائل الدفاع الكفيلة للحد من أضرار تلك الأسلحة الحيوية لقوله تعالى: ﴿ **وَأَعِدُّوا لَهُم مَّا اسْتَطَعْتُم مِّن قُوَّةٍ وَمِن رِّبَاطِ الْخَيْلِ تُرْهِبُونَ بِهِ عَدُوَّ اللَّهِ وَعَدُوَّكُمْ...** ﴿٦٠﴾ ﴾ (سورة الأنفال)، مع رفع شعار الصدق: ﴿ ... **فَلَوْ صَدَقُوا اللَّهَ لَكَانَ خَيْرًا لَّهُمْ** ﴿٢١﴾ ﴾(سورة محمد).

إن الغرض الأساسي هوالدفاع لا الهجوم والتأكيد على ضرورة عدم استحداث الميكروبات إلا لإزالة الضرر من قبل المعتدي، كما أن الحاجة ملحة في الوقت الحالي لإعادة النظر في المقررات الدراسية في الكليات والمعاهد العسكرية في الدول العربية والإسلامية، بما يتناسب مع التطورات العسكرية المختلفة في مجال الأسلحة الجرثومية، مع ضرورة إضافة المقررات الحديثة الخاصة بالملوثات البيئية، والتي منها على سبيل المثال: التلوث الإشعاعي، والنفطي، والبحري، والمعدني، والغذائي، والهوائي، والمائي، وطرق الوقاية والتخلص من أسلحة الدمار الشامل، وأيضا المقررات التي تهتم بالصحة العامة وطرق الانتشار والإصابة الميكروبية والأنظمة التشريعية للحماية البيئية.

بعد الدراسة الاستعراضية لأهم جوانب الإرهاب الحيوي أو أسلحة الدمار الشامل الحيوية لابد من وضع بعض التوصيات والتطورات الخاصة للحد من أضرارها المدمرة، والعمل على أخذ الحيطة والحذر عند التعامل معها ومن أهم التوصيات ما يلي:

١ ـ العمل على نشر التوعية البيئية الخاصة بالسلاح الحيوي بين أفراد المجتمع، وبما يحقق الصالح العام ولمعرفة حقيقة تلك الأسلحة والابتعاد عن الهلع والفزع وعدم تصديق الأساطير والخرافات وذلك كما حدث في الولايات المتحدة الأمريكية وبخاصة بعد أحداث الحادي عشر من سبتمبر.

٢ ـ تكثيف الدراسات والأبحاث المتعلقة بجوانب الدفاع ضد الحرب الجرثومية لمعرفة الأسرار الغامضة عن تلك الأسلحة ومدى كفاءتها وقدرتها على الإصابة وإحداث الدمار والهلاك.

٣ ـ تحقيق مبدأ الإصحاح البيئي لدى الدول العربية والإسلامية للحد من خطورة السلاح الجرثومي.

٤ ـ العمل على توفير اللقاحات اللازمة وتحصين المجتمع بصفة دورية ولتكن كل سنة على سبيل المثال.

٥ ـ المطالبة بعقد الاتفاقيات الخاصة بحظر انتشار الأسحلة الجرثومية وتوقيعها من قبل جميع الدول وخصوصا الولابات المتحدة الأمريكية وإسرائيل.

٦ ـ التأكيد على ضرورة الكشف الدوري للدول المتوقع استخدامها للسلاح الجرثومي.

٧ ـ أن تقوم جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية بتأسيس معهد لأبحاث الحرب الشاملة (السلاح الجرثومي والكيميائي والنووي).

٨ ـ العمل على إنشاء ورش علمية دورية في الدول العربية تحت مسمى الحرب الشاملة والتي تتضمن الحرب الكيميائية والنووية والحيوية.

## ٣ . ٢ الإرهاب النووي

كما هو معلوم فإن مخرجات التقنية الحيوية والتقدم العلمي ساعدت بشكل كبير في الاستفادة من المواد والثروات الطبيعية، ومن النفايات والمخلفات في شتى المجالات الزراعية والصناعية والطبية والكيميائية، ولكنها في الوقت نفسه ألحقت بالإنسان وبالبيئية العديد من المشكلات

والأضرار المختلفة نتيجة لدخول العديد من المركبات والمواد الخطرة كمحفزات أساسية لتلك الصناعات المختلفة وفي مقدمتها الإشعاع الذري والذي أفسد البيئة في الوقت الراهن وأصاب الإنسان بالعديد من الأمراض المختلفة

نظرا للتقدم العلمي المتطور في مجال صناعة المواد المشعة واستخداماتها المختلفة، كان لابد من إلقاء الضوء على ما تحدثه من جرائم تضاف للبيئة باستمرار.

لابد من الإشارة هنا إلى أن أول من اكتشف التأثيرات الضارة للإشعاعات المؤينة العالم الفرنسي هنري بيكريل (١٨٩٨م) وذلك من خلال تأثير عنصر الراديوم المشع على الخلايا الحية ثم التأثير الضار نفسه لأشعة أكس التي اكتشفها العالم كونراد رونتجن (١٨٩٥م). ثم توالت الاكتشافات الإشعاعية المختلفة ومنها التحكم في النشاط الإشعاعي بواسطة العالم الفيزيائي رذرفور (١٧٨١-١٩٣٧م). وأخيرا تمكن العلماء من قياس الإشعاعات الطبيعية والصناعية ثم تكونت العديد من اللجان المختلفة لكشف أضرار المواد المشعة ومن أهمها اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاعات المؤينة والتي كان من أشهر توصياتها تطبيق نظام تحديد الجرعة كأساس للأمان لأغراض الوقاية من الإشعاع عام (١٩٧٧م). وهكذا تتوالى الإصدارات المختلفة للوقاية من الإشعاع في أماكن مختلفة من العالم (جمعة وكمال، ١٩٨٤م).

وفي الوقت الراهن فإن مشكلة التلوث البيئي بالأشعة أصبحت تقلق المهتمين في مجال الحفاظ على البيئة نظرا لخطورتها الخاصة على النظام البيئي وصحة واقتصاد الإنسان.

تدخل المواد المشعة في الوقت الحالي في مختلف الاستخدامات لصالح

الإنسان، فتدخل على سبيل المثال في الأهداف السلمية للإنسان مثل مراقبة المباني والمنشآت والبنوك وفي الكشف عن عيوب المعادن والتشققات في محركات الطائرات، وفي الكشف عن الآثار وفي الطب الجنائي وتحليل العناصر المعدنية والأجهزة الإلكترونية وفي الكشف عن النفط والمعادن وفي تحسين نمو النبات ومقاومة الحشرات وفي المقاومة الميكروبية، حيث أمكن بواسطة النشاط الإشعاعي إبطال الأثر الضار للفيروسات وإحداث حفزات فيروسية وإنتاج بعض السلالات الميكروبية. كما تم استخدامها لإنتاج كائنات حية دقيقة كسلاح جرثومي إرهابي شديد الخطورة، وحاليا فإن لها في الطب العديد من الاستخدامات المختلفة شديدة الفائدة للمرضى، ولكن الاستنزاف الجائر للمواد المشعة أسهم بدرجة كبيرة في التلوث البيئي بالإضافة إلى الاتجاه لاستخدامها كسلاح نووي إرهابي خطير.

وعند سقوط كمية من الأشعة على جسم الكائن الحي، فإن هناك العديد من الأعراض المرضية لتي سوف تظهر عليه، وقد أمكن في هذا المجال دراسة الآثار البيولوجية للأشعة المؤينة على الخلية الحية، فوجد أنها تمر بمراحل ثلاث: الأولى تسمى المرحلة الفيزيائية، وهذه تتم خلال فترة قصيرة جدا وفيها ينتقل الإشعاع إلى جزيء الماء داخل الخلية. ثم المرحلة الكيميائية وفيها تتفاعل الأيونات الموجبة والإلكترونات السالبة مع جزيئات الماء داخل الخلية ينتج عنه نشوء مركبات جديدة. ثم المرحلة الحيوية وهذه يتراوح زمنها بين عدة دقائق إلى عدة سنوات ويظهر فيها العديد من الآثار المرضية على الكائن الحي مثل موت الخلية وتوقف نشاطها التكاثري والحيوي وحدوث نقص كريات الدم البيضاء بالإضافة إلى العديد من الأمراض مثل الالتهابات المعدية والسرطان (جمعة وكمال، ١٩٨٤م).

وقد أمكن الاستفادة من تلك الخصائص الضارة وخصوصا على

الإنسان لتدخل المواد المشعة كسلاح حيوي إرهابي خطير في الوقت الراهن والانتقال من الحرب التقليدية إلى الحرب النووية سريعة التأثير والإصابة.

تلحق الأشعة العديد من التأثيرات غير العشوائية والعشوائية، ومن أمثلة التأثيرات غير العشوائية للإنسان إلحاق أضرار بالجلد مثل الإحمرار أو الإسوداد واسوداد بعدسة العين وضمور في خلايا النخاع العظمي يؤدي إلى نقص دموي وتحطم في الخلايا التناسلية يؤدي إلى حدوث العقم. أما التأثيرات العشوائية فتظهر متأخرة على الإنسان لفترات طويلة وقد يظهر في الأجيال التالية ومنها حالات سرطانية للرئة لعمال اليورانيوم وحالات سرطان ابيضاض الدم (اللوكيميا) والأمراض والأورام الخبيثة وسرطان العظام والغدة الدرقية. كما يتأثر الجهاز العصبي والغضاريف والجهاز الهضمي وأمراض الدم المختلفة، ونتيجة لذلك فقد صدرت العديد من متطلبات الوقاية الأساسية للتعرض الإشعاعي على هيئة تشريعات وتوصيات وقرارات عالمية (جمعة وكمال، ١٩٨٤م).

التفجيرات النووية تعد من أهم مصادر التلوث البيئي بالأشعة حيث تم خلال عام ١٩٥٤م وعام ١٩٥٨م إجراء التفجيرات النووية من قبل الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي وبريطانيا. وفي عام (١٩٦٣م) تم توقيع معاهدة الحظر الجزئي على التجارب النووية حيث تم التعهد من قبل الدول الثلاث السابقة بعدم إجراء اختبارات للأسلحة النووية في الجو ثم توالت التجارب في باطن الأرض، علما بأن إجمالي تلازم الجرعة الفعالة الجماعية من التفجيرات النووية التي تمت حتى الآن في الجو وصل إلى حوالي (٣٠) مليون سيفرت حيث كان نصيب البشرية حتى عام (١٩٨٠م) من تلك الكمية (١٢٪) من الإجمالي، وسيصل الباقي إلى البشرية خلال آلاف السنين. كما أن إنتاج القوى النووية يعد من ضمن الملوثات البيئية، حيث تم تركيب (٤٢٩) مفاعلاً نووياً حتى عام (١٩٨٨م) موزعة على (٢٥) دولة من دول

العالم تنتج (١٧٪) من إجمالي الطاقة الكهربائية في العالـم. ومحطات الوقود جزء من دورة الوقود النووي حيث تبدأ باستخراج وطحن خام اليورانيوم ثم صناعة الوقود النووي ثم تعاد معالجة الوقود المشع والتخلص من المخلفات النووية (حماد وآخرون، ١٩٩١م).

إن مشكلة النفايات النووية تعد بحد ذاتها جريمة كبرى لهلاك ودمار النظـام البيئي، حيث تبقى تلك النفايـات مشعة لملايين السنين مما يؤدي إلى إلحاق العديد من الأضرار المختلفة بالإنسان. ويتم التخلص من تلك النفايات النوويـة في خنادق وحفـر، كما قد تدفـن في البحـر أو يتم تخزينها. وتحـدث نتيجة لذلك العديـد من الحـوادث المختلفة. ونتيجة لحادثة تشرنوبل (١٩٨٦م) وما تبعها من حوادث مختلفة فقد أمكن ملاحظة الآثار الضارة للمصادر الإشعاعية المختلفة، حيث ساهـم انبعاث مكونات المحطـة والرياح بوصول المـواد السامـة إلى تركيا وإسبانيا والكويـت وإسـرائيل واليابـان والصين والسويد.

كما يحدث تلوث للأغذية وبخاصة المنتجات الزراعية والأبقار التي تأثرت من اليود المشع (١٣١)، كما احتوت ألبان الأغنام والماعز في اليونان على مستويات عالية من اليود المشع (١٣١) (حماد وآخرون، ١٩٩١م). ثم يجب الإشارة إلى المفاعلات النووية الإسرائيلية ومنها مفاعل ديمونة وما أحدثه من أضرار بالغة نتيجة لتصدعه مما أدى إلى تلـوث مناطق الأردن وفلسطين وصحراء مصر بالعناصر المشعة، حيث أن هناك بعض المحاولات التي لم ترق للمستوى المطلوب للكشف عن الآثار الضارة لما تحدثه إسرائيل من إرهاب نووي بيئي في المنطقة.

ويعد السرطان من أهم التأثيرات للمستويات المختلفة لـلأشعة، من أهم أسباب الوفاة في الدول الصناعية. وعلى الرغم من توفر كميات هائلة

من المعلومات نتيجة للأبحاث المكثفة عن التأثيرات الضارة للأشعة على الحيوانات إلا أنه لا يمكن بأي حال من الأحوال استخدامها كأدلة لتعرض الإنسان، كما أنه لا يمكن تطبيق تلك الأبحاث على الإنسان. وعموما فإن هناك بعض المعلومات عن المتعرضين للإشعاع الذري من خلال تجارب التفجيرين الذريين على هيروشيما ونجازاكي باليابان عام (١٩٤٥م) حيث تمت ملاحظة الآثار الضارة تشوهات الناجين من تلك التفجيرات الذرية.

جرائم التلوث النووي للبيئة أصبحت تشكل في الوقت الراهن عقبة كبيرة أمام المنظمات والمؤسسات البيئية نظرا لكونها تخضع لهيمنة وسيطرة الدول الكبرى، كما أنها ذات اتجاهات مختلفة نتيجة للسياسات المتذبذبة التي تنتهجها الولايات المتحدة الأمريكية وخصوصا فسح المجال للأبحاث الإسرائيلية النووية دون رقيب، مما شجع الإسرائيليين للمضي قدما نحو تطوير أسلحة الدمار الشامل النووية.

وتتضح جرائم البيئة النووية في كون معظم النظائر المشعة ذات نشاط إشعاعي طويل الاستمرار وتقاس بعمر النصف (Half life)، وعليه فكلما زاد مدة عمر النصف زاد زمن استمرار النشاطي الإشعاعي. فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا جرام واحد من عنصر مشع وكان عمر النصف (١٠٠٠) سنة، فإن الجرام من هذا العنصر يحتاج إلى (١٠٠٠) سنة ليتحول إلى نصف جرام وإلى (١٠٠٠) سنة أخرى ليتحول إلى ربع جرام. وقد كشفت الأبحاث التي أجريت على سكان جزر مارشال بعد تفجير القنبلة الهيدروجينية في بكيتي عام (١٩٥٤م) أن كثيرا من سكان تلك الجزر قد أصيبوا بأورام في الغدة الدرقية نتيجة لتعرضهم لنظير اليود المشع (١٣١) بعد أن امتصته أجسامهم ولم تظهر آثاره المدمرة إلا بعد عدة سنوات من التعرض (إسلام، ١٩٩٠م). كما أن حوادث المفاعلات النووية جريمة

أخرى من الجرائم النووية للبيئة، ومنها على سبيل المثال حادث المفاعل النووي البريطاني (Wind scale) حيث شب حريق في هذا المفاعل عام (١٩٥٧م) نتج عنه انطلاق سحابة مشعة تحتوي على العديد من النظائر المشعة مثل الزينون (١٣٣) واليود (١٣١).

بالإضافة إلى السابق فإن النفايات النووية ذات أضرار خطيرة جدا حيث تحتوي على اليورانيوم (٢٣٨) والمحتوي على قدر من اليورانيوم (٧, ٠-٤٠٪) حيث إن تركها يسبب العديد من المخاطر كما لا يمكن دفنها بسهولة في التربة حيث يؤدي ذلك إلى تلوث المياه الجوفية. وعموما فإن مشكلة التخلص من النفايات النووية تشكل العديد من الأعباء على الدول المنتجة لتلك النفايات النووية.

ونتيجة للاستنزاف الهائل للمواد المشعة بالإضافة إلى النفايات النووية فإن التربة والماء والهواء تتلوث بالمواد المشعة كما تمتص تلك المواد المشعة من قبل النباتات والحيوانات والطيور والأسماك والحشرات، حيث كشفت كارثة المفاعل النووي (Wind scale) تلوث الهواء وبكميات كبيرة من اليود (١٣١) والسيزيوم (١٣٧) والسترونيوم (٩٠) حيث تبين أن التركيز الأقصى لتلك المواد المشعة كان على بعد ٣, ٢ كم من المحطة كما وجدت العناصر المشعة في حليب الأبقار وبتركيز (٤, ١×١٠^-٦ كيوري/ ليتر) (العودات، ١٩٧٩م). عموما يمكن القول إن الإرهاب النووي دمار وهلاك محقق للإنسانية وللبيئة.

وللإرهاب النووي صور بشعة ومن أهمها الرؤوس النووية حيث تمتلك الدول العظمى مثل الولايات المتحدة الأمريكية كميات هائلة منها، كما أن إسرائيل والتي لم تخضع حتى الوقت الراهن للتفتيش بسبب الحماية الأمريكية حيث تمتلك أيضا رؤوسا نووية تهدد بها دول المنطقة.

وخلال حرب الخليج الأولى والثانية والثالثة فإنه قد تم استخدام العديد من الأسلحة الفتاكة التي يدخل في تركيبها العديد من المواد المشعة، والتي أثرت وستؤثر لفترات طويلة على الإنسان والبيئة بالإضافة إلى النباتات والحيوانات والسلسلة الغذائية والتي تحتاج في الوقت الراهن إلى المزيد من الدراسات والأبحاث المكثفة لدراسة الآثار الضارة للأشعة خصوصا اليورانيوم المنضب (المستنفذ) والذي تم استخدامه كسلاح نووي خطير في منطقة الخليج. وقد سبق احتلال القوات الأمريكية للعراق استخدام العديد من الأسلحة المتطورة الفتاكة التي يدخل في صناعتها العديد من المواد المشعة والتي كانت السبب الرئيس لدقة إصابات الأهداف العسكرية في العراق أثناء انطلاقها من الخليج العربي والبحر الأبيض المتوسط والتي تعد أيضا ذات أضرار بيئية وصحية خطيرة.

إن الإرهاب النووي في الوقت الراهن يمثل الهاجس الأكبر لنزع استقرار العالم حيث يمكن الاستفادة منه في نشر الهلع والفزع وإثارة الخوف. والجدول التالي يمثل المخزون النووي العالمي من أسلحة الدمار النووية الفتاكة والشاملة:

| العـــدد | النـــــــــــوع | الدولـــــــــة |
|---|---|---|
| ٢٥٢٥ | الصواريخ العابرة للقارات | الولايات المتحدة الأمريكية |
| ٢٠٥٠ | الصواريخ البالستية العابرة للقارات | |
| ٢٥٠٠ | صواريخ كروز تطلق من الجو | |
| ٢٥٧٥ | قنابل الجاذبية | |
| ٢٥٠٠ | صواريخ كروز تطلق من الغواصات | |
| ٥٨٠٠ | صواريخ بالستية عابرة للقارات | روسيا |
| ١٢٠٠ | قنابل الجاذبية | |
| ٢٠٠ | صواريخ كروز تطلق من الجو | |
| ١٨٥٠ | أسلحة نووية مختلفة | |
| ٩٠٠ | جميع الأسلحة النووية | الصين |
| ٦٠٠ | صواريخ عابرة للقارات | فرنسا |
| ٢٠٠ | صواريخ أرض جو | إسرائيل |
| | قنابل جاذبية | بريطانيا |
| ٢٥٠ | صواريخ عابرة للقارات | |
| ١٥ ـ ٢٠ | أسلحة نووية منوعة | الهند |
| ١٠ | أسلحة نووية منوعة | باكستان |

المصدر : (طحان، ١٩٩٧م)

علما بأن إسرائيل من الدول النووية التي تمتلك حوالي (٢٠٠) رأس نووي، حيث بدأت مشاريعها النووية بالتعاون مع فرنسا وأمريكا، وكانت تحصل على اليورانيوم بشتى الطرق لتشغيل مفاعل ديمونة النووي حيث يعالج فيه الوقود النووي بهدف الحصول على استخلاص البلوتونيوم لصنع القنابل الذرية، حيث تعد إسرائيل من القوة النووية السادسة في العالم (طحان، ١٩٩٧م).

وعليه فإن الحاجة ملحة في الوقت الحالي من جميع الدول الإسلامية والعربية للعمل على إيجاد الضوابط الخاصة بالتشريعات الخاصة بالحد من

انتشار أسلحة الدمار الشامل النووية وذلك عن طريق عقد اللقاءات والندوات الخاصة في هذا المجال، كما أن الحاجة مطلوبة لإجراء المزيد من الأبحاث والدراسات للكشف عن الآثار الضارة للأشعة وخصوصا في منطقة الخليج العربي وأفغانستان.

ومن أبشع صور الإرهاب النووي (التلوث الإشعاعي) وفي الوقت الراهن استمرار تعرض العراق وشعبه للإشعاع النووي منذ عام (١٩٩٠م)، حيث نتج عن حرب الخليج الثانية تلوث إشعاعي خطير يعادل نحو (٧) قنابل ذرية من النوع الذي استخدم في هيروشيما ونجازاكي (١٩١٥م) نتيجة استخدام ذخائر اليورانيوم من قبل القوات الأمريكية. كما أن استخدام اليورانيوم المنضب ضد العراق تسبب في ارتفاع حالات الإجهاض لدى العراقيات ثلاثة أضعاف عما كانت عليه عام (١٩٨٩م)، بالإضافة إلى زيادة حالات السرطان نحو (٧) أضعاف، وامتدت الأضرار لتشمل أيضا التربة والمنتجات الزراعية والهواء حيث سجلت تراكيز متباينة من نظير التوريوم ـ٢٣٤ والراديوم ـ٢٢٦ والبزموت ـ٢١٤ مع ظهور التشوهات الخلقية والاعتلال العصبي والعضلي وسرطان الدم والغدد اللمفاوية والثدي، كما أعلنت وزارة الصحة العراقية عن وجود أكثر من (١٤٠) ألف عراقي مصاب بالسرطان، حيث يستقبل مستشفى الطب النووي في بغداد كل يوم حوالي (١٥٠) حالة من كافة المحافظات، وقد أثبتت الفرق البحثية لوزارتي الصحة والبيئة العراقية نتائج الدراسة العلمية الميدانية التي قام بها المركز الطبي لأبحاث اليورانيوم (UMRC) انتشار التلوث الإشعاعي في أرجاء العراق وبنسب خطيرة حيث تم العثور على حاويات ذات علامات تشير إلى النشاط الإشعاعي. وفي محافظة المثنى وجد (٣٠) موقعا تعرضت لنسب عالية من الإشعاع وخصوصا موقع (المجزرة) حيث توجد أعداد كبيرة من

الأسلحة المدمرة. كما أن محافظة البصرة ملوثة تماما حيث تم العثور على (٨) مواقع زراعية ملوثة باليورانيوم المستنفذ، تم الكشف عن وجود الإشعاع في جذع إحدى أشجار النخيل. وفي محافظة ذي قار بلغت القراءات الجديدة التي حصل عليها فريق مركز الوقاية من الإشعاع رقما يزيد أكثر (٦٠) مرة عن القراءة السابقة، وفي مدينة السماوة حذرت وزارة البيئة المواطنين من استخدام المجزرة القديمة في المدينة لوجود مدافع دمرت بفعل قصف جوي بقذائف اليورانيوم المنضب، وفي محافظة نينوى تم التأكد من وجود تلوث إشعاعي ناجم عن الحفر العشوائي لموقع ردم النفايات المشعة. وقد خطت وزارة الصحة البيئة العراقية خطوات ذات أهمية قصوى بخصوص تحديد مصادر التلوث الإشعاعي وتقويم حجمه والسعي لمعالجته حيث تم تأسيس مركز للوقاية من الإشعاع. علما بأن عمليات التخلص من التلوث الإشعاعي أو الجريمة النووية للبيئة في العراق تحتاج في الوقت الراهن إلى المؤسسات الدولية ذات الاختصاص وفي مقدمتها برنامج الأمم المتحدة للبيئة والوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية (المقدادي، ٢٠٠٥م).

## ٣. ٣ الإرهاب الكيميائي

الإرهاب الكيميائي (Chemical terrorism) مظهر آخر لأسلحة الدمار الشامل وجريمة من جرائم البيئة الكبرى.

في البداية لابد من الإشارة إلى أن الإرهاب الكيميائي واستخدام الأسلحة الكيميائية نتيجة للثورة الصناعية في المجالات الكيميائية المختلفة بالإضافة إلى الأبحاث المكثفة في مجال الاستفادة من مخرجات التقنية الكيميائية أسهم في حدوث تلوث كيميائي خطير.

يتلوث الهواء الجوي والماء والتربة بالعديد من الملوثات الكيميائية والتي أصبحت ظاهرة في الوقت الراهن وفي مقدمتها أكاسيد الكربون والكبريت وكبريتيد الهيدروجين وفلوريد الهيدروجين وأكاسيد النيتروجين المختلفة وبالهيدروكربونات والمعادن الثقيلة وبالجسيمات بالإضافة إلى مركبات المبيدات المختلفة والمخصبات الزراعية وتلك الملوثات تلحق بالإنسان والبيئة العديد من الأضرار البيئية والصحية والاقتصادية. وقد تم استغلالها استغلالا علميا لإلحاق الدمار وإهلاك للإنسانية على هيئة أسلحة كيميائية والتي يمكن تعريفها بأنها عبارة عن مواد كيميائية شديدة السمية تستخدم كأسلحة دمار شامل، وقد تكون على هيئة غازية أو سائلة أو صلبة يمكن إطلاقها في الجو أو طرحها على الأرض. كما تمتاز بكونها شديدة الانفجار وذات روائح نفاذة وكريهة وعديمة اللون وذات رائحة مهيجة للأنف ومسيلة للدموع. وقد تم استخدامها مع بدء الحرب العالمية الأولى (١٩١٥م) عن طريق نشر سحب من غاز الكلور بواسطة الألمان ضد الحلفاء. تم الاهتداء إلى تصنيع غازات الأعصاب بعد الحرب العالمية الأولى والتي تسبب شلل في الأعصاب يؤدي إلى الموت السريع، ثم بعد الحرب العالمية الأولى تم توقيع اتفاقية جنيف عام (١٩٢٥م) والخاصة بتحريم استخدام الأسلحة الكيميائية وما تلتها من اتفاقيات مختلفة ومع ذلك لا تزال تلك الاتفاقيات بعيدة عن التطبيق الفعلي في الوقت الحالي (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ).

ونتيجة للدراسات والأبحاث المكثفة في مجال إنتاج الأسلحة الكيميائية، فإن هناك العديد من أنواع المواد الكيميائية والتي يمكن تقسيمها حسب الجدول رقم (١).

**الجدول رقم (١) أمثلة لبعض الأسلحة الكيميائية**

| نوع الغاز والكيميائيات | مثـــــال |
|---|---|
| المسيل للدموع | بروميد بنزيل، كلورو أسيتون. |
| الخانقة | كلوريد سلفيوريل، ثنائي ميثيل سلفات، فوسجين، ثنائي فوسجين. |
| مسممات الدم | سيانيد الهيدروجين، بروميد سيانوجين. |
| مسببات الحروق | غازات الخردل، ميثيل ثنائي كلورو أمين. |
| غازات التقيؤ | إيثيل كربزول، كلوريد فينارسازين. |
| كيميائيات الهلوسة | ميسكالن، بسيلوسين. |
| غازات الأعصاب | تابون، سارين، سومان. |
| كيميائيات وسموم | أكسيد كادميوم، سم بكتيريا، تيتانوس، رزين. |

المصدر: (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ).

وتلك الغازات والكيميائيات والسموم تسبب للإنسان العديد من الأضرار والمشكلات الصحية ومن أهمها الاختناق والتقيؤ، والسعال، مع التهابات في العين والأنف، وانهمار دموع غزيرة، وتقرحات في الجلد والتهاب للجهاز التنفسي والهضمي.

ونظرا لحب الإنسان للسيطرة والهيمنة وبسط النفوذ فقد توالت الأبحاث في مجال السلاح الكيميائي، ومنها على سبيل المثال غاز الأعصاب (تابون) حيث تمكن الألمان من بناء مصنع لإنتاج هذا الغاز، وغاز (سارين) حيث اتضح بأنه ذو فعالية أكبر من غاز (تابون). وقد تم توجيهه للاستخدام العسكري وهو عبارة عن سائل قابل للتطاير وعند انتشاره في الهواء الجوي يصبح على شكل بخار يسبب للعين وللجهاز التنفسي وللجلد العديد من التأثيرات الصحية، كما أن صاروخا واحدا يمكن أن ينشر كمية من غاز (سارين) لتلحق أضرارا بنسبة (٣٣٪)من الأشخاص غير مرتدي

الأقنعة في دائرها قطرها (٢) كم، علما بأن هذه الدائرة على سبيل المثال في إحدى المدن الكبرى يقطنها آلاف عديدة من البشر (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ).

كما تم الكشف عن أن هناك العديد من الأسلحة الكيميائية يمكن استخدامها كسلاح كيميائي، ولكن البعض منها يمتاز بكونه ذا فعالية قوية وفترة بقائها على الأرض طويلة. والجدول التالي رقم (٢) يوضح ذلك.

**الجدول رقم (٢)**

| السلاح الكيميائي | مدة التأثير | فترة البقاء |
|---|---|---|
| غاز الخردل | ٤ـ٦ ساعات | ٥, ١ـ٨ أسابيع |
| غاز تابون | ١ـ١٠ دقائق | ٣ ساعات ـ أسبوعين |
| غاز سارين | ١ـ١٠ دقائق | ٤ ساعات ـ يومين |
| غاز سومان | ١ـ١٠ دقائق | ٢٠ ساعة ـ ٦ أسابيع |
| غاز في إكس | ١ـ١٠ دقائق | ٦ ساعات ـ ١٥ أسبوع |

المصدر: (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ)

من الجدول السابق يتضح أن للأسلحة الكيميائية فعالية قوية جدا في التأثير وإلحاق الدمار والهلاك خلال فترات زمنية قصيرة، كما أن لها فترة بقاء عند سقوطها على الأرض مما يزيد من فعاليتها والتي تختلف من سلاح كيميائي لآخر وحسب الهدف من استخدامه والغرض استنادا إلى الظروف والعوامل الجوية وكثافة السكان وزمن الانتشار والإصابة بالإضافة إلى قدرة الأسلحة الكيميائية على إحداث تلوث بيئي خطير يؤثر على النظام البيئي والثروة الحيوانية والنباتية.

تستخدم الفلزات الثقيلة كسلاح كيميائي خطير، ومنها على سبيل المثال الزئبق والزرنيخ وذلك عن طريق تلويث المصادر المائية والمنتجات الزراعية والسمكية، كما تم استخدام مبيدات الأعشاب والتي تحتوي على مركب الدايوكسين وذلك من قبل الجيش الأمريكي في فيتنام خلال الفترة من ١٩٦١م إلى ١٩٧٥م وذلك بواسطة الطائرات والتي بلغت كميتها حوالي (٢٤١٨٠) طن، علما بأن مركب الدايوكسين ذو سمية عالية ومن أخطر الملوثات البيئية. وترجع إصابة الفيتناميين للاضطرابات الصحية والتقرحات الجلدية والإصابة بمرض السرطان وتشوه الأجنة بسبب التعرض إلى الدايوكسين وقد تم بعد (٢٠ عاما) ملاحظة وجود (٢٢, ٤) بيكوجرام/ جرام من الأنسجة الدهنية في أجسام من سبق لهم التعرض للمبيدات المحتوية على مادة الدايوكسين، وقد يصل هذا التركيز في بعض الحالات إلى إلى (١٠٣) بيكوجرام/ جرام، كما لوحظ أن هناك نسبة من مادة الدايوكسين في دماء بعض الجنود الأمريكيين الذين خدموا في فيتنام ولم يتعرضوا للدايوكسين تعرضا مباشرا (إسلام، ١٩٩٠م).

ومن الأسلحة الكيميائية ما تم استخدامه لتلوث الغذاء وذلك بواسطة العديد من المركبات الكيميائية ومنها على سبيل المثال تلويث الأسماك والمنتجات الغذائية والزراعية والحبوب والدقيق بمركبات الزئبق والزرنيخ وأيضا تلويث الهواء الجوي بغاز فلوريد الهيدروجين والذي يتساقط على الأعشاب وبالتالي تتناوله الحيوانات لينتقل إلى الحليب ولحوم المواشي.

وعموما فإن هناك العديد من تلك الحوادث والتي أدت إلى إحداث العديد من الأضرار البيئية الخطيرة بالإضافة إلى تأثر الإنسان من النواحي الصحية والاقتصادية ومن أمثلتها كارثة حريق مصفاة يونيون في الولايات المتحدة الأمريكية، وكارثة انفجار مخازن شركة بيمكس في المكسيك،

وكارثة بهوبال في الهند، وكارثة تلوث مياه الدانوب (طحان، ١٤١٨هـ). علما بأن مصانع المبيدات والمنتجات الكيميائية المختلفة يمكن استخدامها كسلاح كيميائي شديد الضراوة وذلك بواسطة الإرهاب الكيميائي المقنن من قبل المجموعات الإرهابية في أماكن مختلفة من العالم.

وحاليا فإن هناك العديد من المحاولات العلمية التطبيقية لاستخدام الكائنات الحية الدقيقة للتخلص من التلوث الكيميائي ومن الأسلحة الكيميائية ومنها على سبيل المثال البكتيريا Pseudomonas sp. ذات القدرة الإنزيمية للقيام بعمليات الأكسدة والاختزال والتحولات للعديد من المركبات الكيميائية، أمكن أيضا في هذا المجال استخدام العديد من الفطريات لإزالة سمية المبيدات بواسطة النشاط الإنزيمي ومنها الفطرة Trichoderma viride والفطرة Geotrichum candidum. كما أن الامتصاص الحيوي (Biosorption) للعناصر المعدنية المشعة ذو تطبيق عملي فعال للتخلص من الآثار الضارة للمواد المشعة (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

وهنا لابد من الإشارة إلى ضرورة الاهتمام بالمناهج والمقررات الدراسية في الدول العربية والإسلامية وذلك لبث الوعي والثقافة البيئية والصحية والاقتصادية للآثار الضارة للأسلحة الكيميائية، كما أن على الجامعات والمعاهد ومراكز الأبحاث الدور الأساسي في الكشف عن المزيد من خفايا تلك الأسلحة الإرهابية والعمل على تكثيف الدراسات والأبحاث التطبيقية في هذا المجال.

عموما فإنه لابد من التطرق إلى الوسائل المختلفة للوقاية من خطر الإرهاب الكيميائي (جريمة الإرهاب الكيميائي) حيث إن التوعية والتثقيف كما أسلفنا تعد الوسيلة الأولى من وسائل المقاومة المختلفة.

يمكن في هذا المجال استخدام الأقنعة الواقية للحد من الآثار الضارة لغازات الأعصاب وغازات التقيؤ والغازات الخانقة والمسيلة للدموع، حيث يحتوي القناع على مرشح يحتوي بداخله على حبيبات من الفحم النباتي لتنقية الهواء من أثر الغازات السامة، علما بأنه يجب تنشيط حبيبات الفحم النباتي أو استبدال القناع خلال فترة محددة من الاستعمال. وتوجد في الوقت الراهن في الأسواق العديد من الأقنعة المختلفة، ومنها ما يستخدم ضد الغازات أو الأسلحة الكيميائية والجرثومية ومنها ما يستخدم للوقاية من الغبار الذري، ويمكن أيضا تقديم بعض العقاقير الطبية والحقن بمادة الأتروبين وغيره من المستحضرات الطبية في هذا المجال مثل اتحاد الأتروبين مع أوكسيم (S-P2) (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ).

الإرهاب الكيميائي أمكن تطويره في الوقت الحالي ليصل لمستوى عال من الدقة وتحقيق الأهداف المرجوة في زمن قياسي قليل، وبأقل التكاليف مع إصابة أعداد كبيرة من البشر وتلويث النظام البيئي (Ecosystem). ومنها على سبيل المثال ما حدث مؤخرا في اليابان من خلال نشر بعض الغازات خلال الأنفاق وداخل القطارات والتي أدت إلى نشر الهلع والفزع بالإضافة إلى حدوث العديد من الإصابات والوفيات، بالإضافة لما حدث في العراق وذلك من خلال تلويث دقيق الخبز بمادة الزئبق، والذي أدى إلى وفاة وإصابة أعداد كبيرة.

ومن ضمن الأسلحة الكيميائية تلويث المصادر المائية بمركبات النيتروز السامة وشديدة التأثير على الإنسان، والتي يمكن استخدامها أيضا كسلاح كيميائي وذلك بإضافتها للمعلبات والأغذية المحفوظة بكميات كبيرة، ومن ثم توزيعها للاستهلاك الآدمي.

كما تجب الإشارة إلى أنه يمكن استخدام مبيدات الأعشاب والحشرات كسلاح كيميائي، ومنها على سبيل المثال مبيد الحشرات (D.D.T) والذي لوحظ أنه يستطيع البقاء في التربة لكونه صعب التحلل والتفكك والهضم بالإضافة إلى قدرته على الاحتفاظ بأثره السام لفترة طويلة ثم ينتقل إلى السلسلة الغذائية ليؤثر على الإنسان والنبات والحيوان والكائنات الحية الدقيقة.

# الفصل الرابع

## المبيدات والمخصبات الزراعية

# ٤ . المبيدات والمخصبات الزراعية

## ٤ .١ المبيدات والمخصبات الزراعية

سوء استخدام المبيدات والمخصبات الزراعية جريمة أخرى من الجرائم البيئية والتي أسهم فيها الإنسان بشكل مباشر لدمار الإنسانية والبيئة نتيجة تطلعه للنتائج السريعة في مجال القضاء على المسببات المرضية للنبات، بالإضافة إلى سرعة الحصول على محاصيل نباتية عن طريق إضافة المخصبات الزراعية.

المبيدات (Pesticides) عبارة عن مواد كيميائية تستعمل في مكافحة الكائنات الحيّة والآفات الضارة، كما تنتمي غالبية المبيدات إلى مجموعة كبيرة من المركبات تعرف باسم السموم الحيوية (Biocides) والتي تعتبر مبيدات الآفات (Pesticides) واحدة من أهم أقسامها، وتقسم المبيدات إلى العديد من الأقسام استنادا إلى طريقة التقسيم (التركيب الكيميائي، الأثر الحيوي، الشكل، النوع) وتندرج تحت تلك الأسماء أقسام أخرى (فتح الله، ١٤٢١هـ).

عموما فإن الأقسام الرئيسة للمبيدات تشمل التالي:

١ ـ المبيدات الحشرية (Insecticides).

٢ ـ المبيدات الفطرية (Fungicides).

٣ ـ مبيدات الحشائش (Herbicides).

٤ ـ مبيدات الديدان الجذرية (Nematicides).

٥ ـ مبيدات القوارض (Rodenticides) .

٦ـ مبيدات الرخويات (Molluscicides) .

٧ـ مبيدات الطيور (Avicides) .

ويتم تجهيز المبيدات في صورة العديد من المستحضرات يتم خلطها بإحدى المواد الحاملة مثل الماء أو الزيت أو الهواء أو مسحوق من مادة خاملة . كما يتم تسويقها في أكثر من مستحضر واحد مثل مركزات استحلاب أو مساحيق ابتلال أو في صورة مسحوق تحضير أو في صورة محببات كما في حالة المبيد الحشري ديازينون . وعليه فلابد من توفير المبيد المناسب في صورة المستحضر المناسب . وتنحصر أهم مستحضرات المبيدات في التالي :

١ ـ المستحضرات السائلة للمبيدات ومنها مركزات الاستحلاب والموائع ومركزات الحجم متناهي الصغر .

٢ ـ المستحضرات الصلبة مثل مساحيق الابتلال ومساحيق الذوبان ومساحيق التحفيز والمحببات والموائع المحببة وطعوم المبيدات .

٣ ـ المستحضرات الغازية أو المولدة للغاز أو الضباب الدخاني مثل غازات التبخر والأيروسولات ومواد التدخين والمضببات .

٤ ـ مستحضرات أخرى مثل مركزات الذوبان في الماء ومركزات الذوبان في الدهون والدهانات والمستحلبات المنقلبة ومستحضرات الانسياب المحكوم وأكياس الذوبان (فتح الله ، ١٤٢١هـ) .

أما المخصبات (Fertilizers) الزراعية فهذه تضاف إلى التربة بهدف زيادة تشجيع نمو النبات والتعويض للنقص الحاصل في بعض العناصر المعدنية المغذية ، وهذه يمكن أن تكون طبيعية مثل السماد والصرف الصحي ، كما قد تكون صناعية مثل نيترات الأمونيا ، حيث تحتوي الحمأة (Sludge) غير المعالجة

على كميات عالية لبعض العناصر المعدنية السامة مثل النحاس والنيكل والمنجنيز والكوبالت والزئبق والزرنيخ (ابن صادق، ١٤٢٢هـ). وتزداد هذه المشكلة خطورة في المدن الصناعية. وعموما فإن هناك العديد من الكائنات الحية الدقيقة تستطيع تحليل وهضم المبيدات والمخصبات الزراعية وتعمل أيضا على تفكيكه إلى جزيئات تستطيع غرويات التربة وامتصاصها لتنطلق منها العناصر المعدنية السامة. وبعض المبيدات تحتوي على عنصر الكبريت أو عنصر الكلور أو عنصر الزرنيخ أو عناصر معدنية أخرى. ومن أكثر الكائنات الحية الدقيقة قدرة على هضم وتحليل المبيدات البكتيريا. Bacillussp & Agrobacter sp .& Clostridium sp. Pseudomonas sp.& Xanthomonas sp. والفطرة Alternaria sp. & Aspergillussp .& Cladosporium sp. & Fusarium sp. & Penicillium sp. (ابن صادق، ١٤٢٢هـ).

فعلى سبيل المثال فإن مبيد الحشائش (2,4-D) عند إضافته للتربة فإن العديد من الكائنات الحية الدقيقة تستطيع أكسدته، كما لوحظ أن تحلله عبارة عن عمليات حيوية ميكروبية حيث لم يتحلل في التربة المعقمة، وقد أمكن عزل بعض الكائنات الحية الدقيقة النشطة في مجال تحلل هذا المبيد.

عموما فإن الكائنات الحية الدقيقة قد تعمل على التخلص من المبيد بواسطة هضمه (Degradation) أو على إزالة سميته (Detoxification)، كما قد تعمل على تنشيطه (Activation) وأيضا قد تساهم في إحداث تفاعلات إضافية (Additive reaction)، (Alexander, 1999).

وتستخدم المخصبات الزراعية لنمو المحاصيل بشكل أكبر من المواد الغذائية أكثر مما يحصلون عليه من تغذية التربة، وهذا يساعد المزارعين على زيادة محصولهم. وعموما فإن المخصبات الزراعية تزود المحاصيل بالنترات والفوسفات والبوتاسيوم. ومنذ عام (١٩٨٠م) تم خفض استخدام

المخصبات الزراعية لخطورتها في زيادة التلوث البيئي وخصوصا الاختناق البيئي لنمو الحشائش. والأعشاب الضارة في الأنهار والبحيرات والتي يطلق عليها الازدهار (Eutrophication) وهذا يعمل على حدوث اختلال في المتطلب الأوكسيجيني الحيوي والكيميائي (ابن صادق، ١٤٢٠هـ).

وحاليا فقد تم استخدام الفطريات لإنتاج المبيدات الحشرية والسماد الحيوي وهذا قلل كثيرا من الاعتماد على المبيدات المصنعة والتي تحتوي على العديد من المواد الكيميائية الضارة بصحة الإنسان والبيئة (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

ومن هنا كانت الحاجة ملحة لوقف هذه الجريمة البيئية من سوء استخدام المبيدات والمخصبات الزراعية وذلك عن طريق الإدارة البيئية المثلى للمبيدات والمخصبات الزراعية، حيث ثبت أن المبيدات الكلورية شائعة الاستخدام مثل المبيد (D.D.T) والأندرين والديلدرين والليندان تتراكم وتختزن في الدهون داخل جسم الإنسان والحيوانات والطيور، حيث ثبت من إحدى الدراسات التي تمت في الولايات المتحدة الأمريكية أن المبيد (D.D.T) يكون في شحوم الأمريكان كالتالي:

١ ـ الإنسان العادي (٣ـ٧) جزء في المليون بالوزن.

٢ ـ إنسان الاسكيمو (٨, ٠) جزء في المليون بالوزن.

٣ ـ عمال رش المبيدات (١٤٠) جزء في المليون بالوزن.

كما أشارت بعض الدراسات التي أجريت في مصر إلى وجود بقايا المبيدات في حليب الأمهات ومحاصيل البطاطس والطماطم والموالح وتزايدت مقاومة الآفات الحشرية للمبيدات مما قلل من تأثيرها الحيوي، وتلحق المبيدات أيضا أضرارا جانبية بالكائنات وتحدث تلوثاً للهواء داخل

المباني بالإضافة إلى أضرارها على المخ والأعصاب وعلى استقلاب الهرمونات الجنسية للفقاريات بما فيها الإنسان، ومن هنا كان لابد من ترشيد استخدام المبيدات عن طريق وضع البرامج والخطط الخاصة بالإدارة البيئية للمبيدات (عيسى، ٢٠٠٥م).

وللكائنات الحية الدقيقة قدرة فائقة على القيام بالتحولات المختلفة للعناصر المعدنية التي تدخل في تركيب المبيدات والمخصبات الزراعية والتي من أهمها عناصر النحاس والخارصين والكبريت والزرنيخ والكوبالت والنيكل وذلك عن طريق المعدنة (Mineralization) والميثلة (Methylation) والتراكم الخلوي (Intracellular accumulation) وتفاعلات الجدار الخلوي (Cell wall interaction) وعمليات (Siderophores) والتطاير المعدني (Metal volatilization)، (Michell, 1992).

ومن أهم الحوادث العالمية في مجال جرائم البيئة بالمبيدات حادث مصنع بوبال (Bhopal) في الهند حيث أقيم فيها مصنع تابع لشركة (Union Carbide) الأمريكية لصناعة المبيد الحشري (Carbaryl) حيث يدخل في تركيب هذا المبيد غاز (Methyl isocyanate) وهو غاز خطر عند درجات الحرارة العادية، لذا يتم تخزينه عند درجة الصفر المئوي وتحت ضغط جوي (٤ , ٢) جو من غاز النيتروجين. ولوجود أخطار تشغيلية فقد اندفع هذا الغاز السام إلى الهواء الجوي وغطى مساحة (٤٠) كم٢، وفي الحال شعر سكان المدينة وعددهم (٨٠٠ , ٠٠٠) فرد بالتهابات شديدة في العين والحنجرة مما أدى إلى وفاة حوالي (٢ , ٠٠٠) شخص كما أن حوالي (٢٥٪) من السيدات الحوامل اللائي تعرضن لهذا الغاز ولدن أطفالهن أمواتا، وأن نحو (٣٠٪) من المواليد الآخرين كان وزنهم أقل من الوزن الطبيعي المعتاد (إسلام، ١٩٩٠م).

وتوجد في الوقت الراهن في الأسواق العديد من المبيدات والمخصبات الزراعية ومنها على سبيل المثال اللندان والكلوردان التي تحدث للمياه العديد من الأضرار المختلفة، كما تسبب تلوثا للتربة وتمتص بواسطة النبات ومن ثم إلى لحوم وألبان الحيوانات. وقد حدث أن تسمم حوالي (١,٥٠٠) من عجول التسمين من جراء استعمال تركيزات عالية لبعض المبيدات في جمهورية مصر العربية عام (١٩٧١م)، كما تسمم أعداد كبيرة من الماشية عند رش حقول القطن بمبيد اللندان حيث تبين أن للحيوانات قدرة على مراكمة تلك المبيدات ضمن أنسجتها. كما تحتوي بعض المبيدات على عنصر الزئبق شديد الخطورة على صحة الإنسان والحيوان والنبات (إسلام، ١٩٩٠م).

وتؤثر المبيدات والمخصبات الزراعية بشكل واضح على النشاط الحيوي للكائنات الحية الدقيقة عن طريق اتحاده مع المركبات الحيوية داخل الخلية ومنها الأحماض الأمينية مما يؤثر في إنتاج البروتين الميكروبي ويتفاعل أيضا مع الإنزيمات الحيوية ويؤدي إلى تثبيطها ويؤثر أيضا على عمليات الأكسدة والاختزال والطاقة المنتجة (ابن صادق، ١٤٢٢هـ).

كما تؤثر المبيدات والمخصبات الزراعية على الحشرات والطفيليات والمفترسات ونحل العسل والطيور والأسماك والدواجن وحيوانات الماشية. وقد سجلت بعض الأبحاث أن للمبيدات القدرة على الاستمرار لفترات متفاوتة في التربة تختلف حسب نوع المبيد. والجدول رقم (١) يوضح طول عمر بعض المبيدات الكلورينية العضوية في التربة.

**الجدول رقم (١) طول عمر بعض المبيدات الكلورينية العضوية في التربة**

| المبيد | معدل الجرعة السنوية كجم/ هكتار | الوقت اللازم لاختفاء ٩٥٪ من الجرعة/ أسبوع |
|---|---|---|
| الدرين | ١,١ - ٣,٤ | ٣ |
| كلورودين | ١,١ - ٢,٢ | ٤ |
| د. د. ت. | ١,١ - ٢,٨ | ١٠ |
| ديالدرين | ١,١ - ٣,٤ | ٨ |
| لندين | ١,٢ - ٢,٨ | ٦,٥ |

المصدر: (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ.

تحتوي المخصبات الزراعية على عنصر النيترات (Nitrate) والذي تتحلل بواسطة النشاط الميكروبي عن طريق أكسدة أيونات الأمونيوم إلى أيونات النترات ويؤدي زيادة النترات إلى العديد من الأعراض الصحية الخطيرة على صحة الإنسان (٤٥ ملجم/ لتر). كما أن مشتقات النترات مثل النتريت تتفاعل مع هيموجلوبين الدم مكونة ميثاموجلوبين ولا يستطيع هذا المركب حمل الأكسجين والاتحاد معه مما يسبب للأطفال ظاهرة الطفل الأزرق (Blue baby). ومن مشتقات النترات أيضا نيتروزأمين وهي مادة مسرطنة بالإضافة إلى قدرة بعض الكائنات الحية الدقيقة على إنتاج هيدروكسيل الأمين من النترات والتي تسبب طفرات جينية (الطيب وجرار، ١٩٨٨م).

وتسبب المبيدات العديد من الأمراض الصحية للإنسان ومنها اضطرابات في الجهاز الهضمي والحويصلات الهوائية والجهاز التنفسي وقيء وآلام بالبطن وارتعاشات في عضلات الوجه وزرقة في الوجه والشفتين مع حدوث تشنجات عامة وغيبوبة تعقبها الوفاة.

وعليه فإن الإنسان مطالب في الوقت الحالي بالحد من جريمة التلوث

البيئي بواسطة المبيدات والمخصبات الزراعية وذلك عن طريق التداول الآمن للمبيدات واتباع الاحتياطات اللازمة في هذا المجال والعمل على البحث والابتكار والاختراع لخفض استخدام المبيدات وإيجاد البدائل الحيوية المختلفة وتقنين استخدامها والالتزام بفترات صلاحيتها وكشف حوادث التعرض بالإضافة إلى الأخذ بالاحتياطات اللازمة في مجال النقل والتخزين والتخلص الآمن من نفايات المبيدات والمخصبات الزراعية .

## ٤ .٢ النفايات الخطرة

جريمة تضاف إلى النظام البيئي مما أثر في إصابة الإنسان والكائنات الحية الأخرى بالعديد من الأضرار المختلفة بالإضافة إلى حدوث اختلال في التوازن البيئي .

النفايات الخطرة عبارة عن النفايات أو المخلفات التي لا يمكن الاستفادة منها ، بالإضافة إلى كونها ذات أضرار خطيرة على صحة الإنسان والبيئة ، ومنها السامة وشديدة التفاعل والقابلة للاشتعال أو الانفجار والقابلة للتآكل ونقل العدوى وذات مصدر إشعاعي . وعليه فإن الرئاسة العامة لمصلحة الأرصاد وحماية البيئة في المملكة العربية السعودية قامت بإعداد ووضع اللوائح الخاصة بقواعد وإجراءات التحكم في النفايات الخطرة والتي تتضمن العديد من المواد التي تشمل الهدف من مقاييس حماية البيئة وتفسير تلك المقاييس وتطبيقها ومفهوم النفايات الخطرة ومنتجي النفايات الخطرة ومقاييس ناقلي النفايات الخطرة ومقاييس مرافق إدارة النفايات الخطرة والإجراءات الخاصة بمنتجي النفايات الخطرة والاستثناءات الخاصة وقواعد نشر المعلومات الخاصة بالنفايات الخطرة (وثيقة ١-١٤٢٢هـ اللائحة العامة للنظام العام للبيئة في المملكة العربية السعودية .

وعموما فإن النفايات الخطرة تشمل النفايات الطبية ومن المستحضرات الصيدلية والعقاقير والأدوية والنفايات المتخلفة من إنتاج وتجهيز المبيدات الحيوية والمستحضرات الصيدلية النباتية والنفايات المتخلفة من تصنيع وتجهيز واستخدام المواد الكيميائية والمذيبات العضوية وعمليات المعالجة الحرارية وتطويع الفولاذ والمحتوية على السيانيد والنفايات من الزيوت المعدنية غير الصالحة للاستعمال والنفايات من مزج الزيوت مع المياه أو مزج الهيدروكربونات مع المياه أو المستحلبات والنفايات من المواد أو المركبات المحتوية أو بمواد ثنائي الفينيل ذات الروابط الكلورية المتعددة (PCB's) أو مواد ثلاثي الفينيل ذات الروابط الكلورية المتعددة (PCT's) أو بمواد ثنائي الفينيل ذات الروابط البرومية المتعددة (PBB's) بالإضافة إلى النفايات من الرواسب القطرانية الناتجة من التكرير أو التقطير من المعالجة بالتحليل الحراري والنفايات المتخلفة من إنتاج وتجهيز استخدام الحبر والأصباغ والمواد الملونة والغراء والمواد اللاصقة والنفايات الناتجة عن أنشطة البحث والتطوير العلمي والنفايات ذات الطبيعة الانفجارية والناتجة عن المعالجة الفوتوغرافية والمعالجة السطحية للمعادن واللدائن والرواسب الناتجة عن عمليات التخلص من النفايات الصناعية والنفايات التي يدخل في تركيبها العناصر المعدنية الثقيلة مثل الزرنيخ والزئبق والكادميوم والسيانيد والسلينيوم والنيكل والرصاص والكروم والنحاس بالإضافة إلى المذيبات العضوية المهلجنة ومركبات الفوسفور العضوية ومركبات الهالوجين العضوية والفينول والمحاليل الحمضية ومحاليل القلويات في الحالة الصلبة.

والنفايات الخطرة تعتبر في الوقت الراهن من ضمن أهم الجرائم البيئية التي ساهم فيها الإنسان بشكل مباشر، كما أنها في زيادة مستمرة وذات استمرارية لنواتج غير معروفة لكنها ذات أضرار صحية واقتصادية وبيئية خطيرة.

وتضاف لتلك النفايات الخطرة يوميا العديد من الملوثات البيئية وفي مقدمتها المتدفقات الصناعية وخصوصا أنظمة التبخر السائل والتي تحتوي على العديد من النفايات السامة ونفايات التدفق الدباغي والتي تحتوي على مركبات ذات سمية عالية لكل من النباتات والحيوانات كما أنها شديدة القلوية وتحتوي على كميات عالية من أيونات الصوديوم والكلوريد والكبريتيد والكروم بالإضافة إلى كونها ذات متطلبات أكسيجينية حيوية وكيميائية عالية تسبب فسادا وتعفنا للماء، توجد أيضا نفايات الصناعات المختلفة مثل دبس السكر والكربوهيدرات المتوفرة بكثرة في قشر البطاطس وأيضا مركبات الفينول المعقدة الموجودة في الخشب، والمتدفقات الصناعية المشتملة على الأحماض الدهنية والتي تضاف إلى البيئة باستمرار.

بالإضافة إلى السابق فإن المبيدات والمخصبات الزراعية ذات آثار سمية على الإنسان والحيوان والنبات بالإضافة إلى أضرار البيئة الاقتصادية وتضاف إلى البيئة باستمرار، كما أن النفايات اللجنينية السليلوزية ذات أضرار كبيرة على النظام البيئي.

وتضاف تلك النفايات الخطرة إلى التربة والماء كما تنطلق إلى الهواء الجوي محدثة تلوثا بيئيا لا يمكن إغفاله بأي حال من الأحوال، إذًا يمكن القول بأن النفايات الخطرة جريمة بيئية ذات أبعاد بيئية وصحية واقتصادية مختلفة.

تحتوي العديد من النفايات الخطرة على عناصر معدنية سامة ومنها على سبيل المثال النيكل والزرنيخ والزئبق والعديد من العناصر المعدنية المشعة مثل الثوريوم واليورانيوم والبلوتونيوم والتي يتم طرحها في التربة أو في مياه الأنهار والبحار والمحيطات. ونتيجة للأبحاث المكثفة في مجال

الامتصاص الحيوي (Biosorption) فقد تم استخدام العديد من الكائنات الدقيقة لإزالة سمية المتدفقات الصناعية من تلك العناصر المعدنية السامة بواسطة المفاعل الحيوي (Broreactors) . وجد أن الفطرة Rhizopos arrhizus والفطرة Aspergillus niger ذات قدرة على إزالة عنصر الثوريوم المشع . كما تم استخدام الفطرة Aspergillus sp . لإزالة الخارصين من الماء الملوث (ابن صادق، ١٤٢٥هـ) .

استنادا إلى تقديرات برنامج الأمم المتحدة للبيئة عام (١٩٩٠م) أن حجم الإنتاج العالمي من النفايات الخطرة قارب حوالي (٣٣٨) مليون طن سنويا منها حوالي (٢٧٥) مليون طن تنتجها الولايات المتحدة الأمريكية في حين تنتج بلدان المجموعة الأوربية (٢٥-٣٠) مليون طن سنويا من النفايات الخطرة والتي تحتاج إلى تقنيات عالية للتعامل معها أثناء الجمع والتخزين والنقل والتخلص منها .

وعموما فإن حجم النفايات الخطرة قد بلغ حدا في الوقت الراهن يتطلب العمل على وضع البرامج والخطط اللازمة للحد من أضرارها المختلفة، وفي هذا المجال فإن بعض وكالات التنمية الدولية قد عمم عمليات التنظيف وإزالة التلوث للنفايات الخطرة، فعلى سبيل المثال تم التخلص من (٣٥٠٠) طن من المبيدات في إفريقيا وبكلفة (٢٤) مليون دولار . وعليه فإن قضية النفايات الخطرة أصبحت قضية عالمية تحتاج لتضافر جميع الجهود الدولية للحد منها . وفي هذا المجال فقد أصدرت الجمعية العامة للأمم المتحدة قرارا تطلب فيه من اللجان الإقليمية منع الاتجار غير المشروع بالمنتجات والنفايات السامة والخطرة عن طريق الرصد للاتجار غير المشروع ولآثاره على البيئة والصحة العامة . وبالمقابل فقد اتخذت العديد من دول العالم عددا من الخطوات بهدف تقليل نقل النفايات الخطرة عبر الحدود إلى أدنى

حد مثل اتفاقية بازل عام (١٩٨٩م) بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود والتي تم اعتمادها من قبل (١٣١) دولة، واتفاقية بامكو عام (١٩٩١م) بشأن حظر توريد النفايات الخطرة إلى إفريقيا ومراقبة نقلها، واتفاقية لندن عام (١٩٧٢م) لمنع التلوث البحري (عنانزة، ٢٠٠٢م).

للنفايات الخطرة تداخل كبير بين مختلف الأنشطة للإنسان والعلوم الأخرى مثل علم السموم والأوبئة والطب الوقائي والكيمياء والأحياء والفيزياء والهندسة الوراثية والتقنية الحيوية والهندسة البيئية والصناعية والكيميائية وهندسة النفط حيث يتخلف عن أبحاث تلك العلوم المختلفة العديد من النفايات الخطرة والتي تضاف إلى النظام البيئي بصفة مستمرة.

وعموما فإن للنفايات الخطرة العديد من الخصائص والتي توضح آثارها المختلفة على الإنسان والبيئة (الجدول رقم٣).

للتأثيرات البيئية المختلفة دور بارز ومهم في تحطم وتحلل وتكفكك جزيئات النفايات الخطرة ومن أهم تلك التأثيرات العوامل الفيزيائية والكيميائية والحيوية والتي تتضمن درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني ومستويات الرطوبة والنشاط الميكروبي والملوحة.

**الجدول رقم (٣) الخصائص المختلفة للنفايات الخطر**

| الفحوصات | الخاصية | الآثار البيئية والصحية |
|---|---|---|
| معايير عضوية | الكربون العضوي | سامة، تستفذ الأكسجين |
| | الأوكسجين الحيوي المطلوب | سامة، تستنفذ الأكسجين |
| | الأكسجين الكيميائي المطلوب | سامة، تستنفذ الأكسجين |
| | الزيوت والشحوم | تدمر الحياة النباتية والحيوانية |
| | المواد الصلبة | العكارة، سامة للأحياء المائية |
| | الرقم الهيدروجيني | الحامضية أو القلوية، سامة للأحياء المائية |
| خصائص فيزيائية | درجة الحرارة | سامة للأحياء المائية |
| | اللون | جمالي، تدمر الطحالب |
| | الرائحة | جمالي، سامة للإنسان والأحياء المائية |
| | جهد التأكسد | سامة للأحياء المائية |
| | الفوسفات | تسبب ظاهرة الإخصاب |
| | المعادن الثقيلة | سامة للإنسان والأحياء المائية |
| | السيانيد | سامة للإنسان والأحياء المائية |
| ملوثات معينة | المنظفات | جمالي، سامة للإنسان والأحياء المائية |
| | الكبريتيدات | جمالي، سامة للإنسان والأحياء المائية |
| | الفينول | جمالي، سامة للإنسان والأحياء المائية |
| | سموم عضوية | سامة للإنسان والأحياء المائية |

المصدر (عنانزة، ٢٠٠٢م).

وكما أسلفنا فإن بعض النفايات الخطرة تحتوي جزيئاتها على بعض العناصر المعدنية السامة ونيوكليدات مشعة فإنها تكون عرضة للنشاط الميكروبي حيث تستطيع بعض الكائنات الحية الدقيقة بواسطة الامتصاص الحيوي (Biosorption) امتصاص ومراكمة وتخزين تلك المعادن والنيوكليدات المشعة كما في الجدول رقم (٤).

**الجدول رقم (٤) بعض الكائنات الحية الدقيقة النشطة في مجال مراكمة المعادن والنيوكليدات المشعة**

| الكائن الدقيق | العنصر | الامتصاص (٪ للوزن الجاف) |
|---|---|---|
| Zoogloea sp | الكوبالت | ٢٥ |
| | النيكل | ١٣ |
| Citrobacter sp | الكادميوم | ١٧٠ |
| | اليورانيوم | ٩٠٠ |
| Bacillus sp | النحاس | ١٥ |
| | الخارصين | ١٤ |
| Rhizopus arahizus | الرصاص | ١٠ |
| | الزئبق | ٥,٨ |

المصدر : (Alexander, 1999) .

تحتوي النفايات الخطرة على عنصر السيانيد وهو ذو جهد كمادة تفاعل للكائنات الحية الدقيقة حيث تستطيع جميع الكائنات الحية الدقيقة تحطيم السيانيد والذي يستخدم كمصدر نيتروجيني للنمو ، لذلك فإن حوادث التسمم بالنفايات الخطرة ذات اهتمام عالمي نظرا لما تحدثه من أضرار خطيرة على صحة الإنسان . ومن أهم تلك الحوادث تسرب نفايات سائلة من منجم للذهب في رومانيا تحمل (١٠٠) طن من مركبات السيانيد شديدة الخطورة حيث تسببت في تلويث وموت (٣٠٠) طن من الأسماك .

نتيجة لتحلل النفايات الخطرة وتفككها فإنها تنتشر إلى الهواء الجوي وتلوث التربة وتصل إلى المياه الجوفية والسطحية كما تلوث السلسلة الغذائية وقد تظل في التربة لفترات طويلة دون أن تتحلل . كما أن هناك بعض النفايات الخطرة التي تهضم ببطء في التربة وبعض المبيدات الحشرية قليلة

التطاير والتي ليست عرضة للتحوير الحيوي وليست سهلة الأيض تعتبر ذات أضرار خطيرة على النظام البيئي.

لابد من الإشارة إلى ضرورة إجراء الاختبارات الخاصة بالسمية وتقييم مخاطر النفايات الخطرة على الإنسان حيث يتعرض الإنسان إلى خطر النفايات الخطرة عن طريق ابتلاع ملوثات سامة أو استنشاقها مما يؤدي إلى حدوث العديد من الأمراض المختلفة في الدماغ والقلب والكلى والكبد والدم بالإضافة إلى أمراض في الجهاز التنفسي والهضمي. وعموما فإن عناصر تقييم المخاطر في موقع النفايات الخطرة يتضمن الآتي:

١ ـ تقييم السميّة بالنسبة لصحة الإنسان.

٢ ـ العلاقة بين الجرعة والسميّة.

٣ ـ تقييم التعرض.

٤ ـ تعيين الخطر.

والتي تطرح عادة في صورة تساؤلات حتى يمكن من خلالها الوصول للتقييم المطلوب وتعيين الأخطار المختلفة (عنانزة، ٢٠٠٢م).

لعمليات الاستصلاح الحيوي (Bioremediation) للنفايات الخطرة دور بارز في الحد من تلك الملوثات الخطيرة. وعموما فإن هناك العديد من التقنيات المختلفة في هذا المجال ومنها تقنيات المفاعلات الحيوية والأغشية الحيوية والعمليات اللاهوائية والتحولات الإنزيمية والامتصاص الحيوي. كما إن لإدارة النفايات الخطرة دور ذي أهمية قصوى في الحد من أضرارها المختلفة والتي تتضمن:

١ ـ منع التلوث وخفض النفايات.

٢ ـ التدوير.

٣ ـ السيطرة على التلوث (المعالجة).

٤ ـ التخلص النهائي.

وتلك العناصر عبارة عن سلسلة من العمليات المترابطة يمكن من خلالها اتباع الأساليب الوقائية في التعامل مع النفايات الخطرة قبل اللجوء لعمليات المعالجة أو الطرح وذلك عن طريق الحد من تكوين الملوثات في مصادرها الأصلية ثم الاستخدام الأمثل لإعادة الاستفادة من النفايات الخطرة والمعالجة أو السيطرة على التلوث بواسطة الوسائل المختلفة (فيزيائية، كيميائية، حيوية) ثم التخلص النهائي من النفايات الخطرة بواسطة الطرق العلمية (عنانزة، ٢٠٠٢م).

لا شك أن جريمة النفايات الخطرة تعتبر من الجرائم البيئية والتي أسهم فيها الإنسان بدور مباشر في زيادة أخطارها المختلفة وذلك عن طريق الثورة الصناعية وزيادة حاجته إلى الرفاهية وإلى المزيد من المنتجات التي تحتوي على العديد من المركبات الخطرة والتي تضاف إلى البيئة باستمرار تحت مسميات مختلفة غير أنها نفايات ذات أضرار خطيرة.

## ٤ .٣ النفايات الطبية الخطرة

يعتبر التلوث البيئي (Enviromental pollution) من ضمن أهم المشكلات البيئية التي تواجه القائمين في مجال الحفاظ على البيئة لذا فقد سعت الجهات ذات العلاقة وفي مقدمتها الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة إلى العمل على وضع اللوائح والأنظمة التي تحدد المشكلات المختلفة والتي تواجه المشاريع الصناعية والتنموية وذلك للحد من الأضرار البيئية والصحية والاقتصادية.

وبخصوص مشكلة النفايات الطبية في المملكة العربية السعودية فقد تفاقمت هذه المشكلة بشكل كبير نظرا للتوسع الهائل في المجالات الصحية وزيادة المستشفيات والمراكز والمعاهد والكليات الصحية الحكومية والأهلية، وهذه المشكلة أخذت الجانب المرعب أيضا نظرا للتوسع الكبير في استخدام العديد من الأدوات الطبية وخصوصا تلك التي لا يمكن الاستفادة منها وإعادة تدويرها مما نتج عنه كميات هائلة من النفايات الطبية ذات طابع الاستمرار في الزيادة نظرا للنمو السكاني المتزايد في العالم.

ولا تقتصر تلك المشكلة على الزيادة وإنما أيضا في الخواص الطبيعية للنفايات الطبية في كونها ذات قابلية عالية لنقل العدوى وانتشار الأمراض وعدم تحللها بفعل العوامل الطبيعية بالإضافة إلى قدرتها على التفاعل مع المواد الأخرى وقدرتها على التآكل وسرعة الاحتراق.

وتفرز الكثير من المنشآت الصحية كالمستشفيات والعيادات والمراكز والمرافق الصحية الأخرى نفايات طبية تشتمل على النفايات المعدية، ونفايات الأجزاء البشرية والأدوات الحادة الملوثة، ونفايات الأدوية منتهية الصلاحية والكيماويات المختلفة (الزهراني وآخرون، ١٤١٩هـ).

والنفايات الطبية على الرغم من كونها من أهم الملوثات البيئية والصحية إلا أنه لم يتم حتى الآن اتباع الطرق العلمية الصحيحة للتخلص منها في معظم دول منطقة الخليج العربي (ابن صادق، ١٤٢١هـ).

أصبحت مشكلة التلوث من أهم المشكلات التي يلهث الجميع وراء إيجاد حلول جذرية لها، لا فرق بين عالم غني أو متقدم وعالم فقير أو متخلف، فالكل في قارب واحد، والنتيجة سيئة يكاد لا يفلت أحد من خطورتها، ويكاد لا يمر يوم في السنوات الأخيرة دون أن نرى أو نسمع عن

بعض الجهود الدولية أو الوطنية للسيطرة على مسببات التلوث الأرضي أو المائي أو الهوائي، وخاصة ما نتج عن الاستعمالات الحديثة غير المحكومة من خلخلة للنظام البديع للغلاف الجوي والذي حفظ الأرض وما عليها منذ آلاف السنين ونتج عن نشاط إنسان اليوم وخلال قرن واحد من الزمن تهتك في الغلاف الجوي الواقي للكائنات الحية من بعض المخاطر الكونية فيما اصطلح على تسميته (ثقب الأوزون). وقد قطعت الدول المتقدمة أشواطا طويلة في معالجة مسببات تلوث بيئتها وكان لها في ذلك أساليب وحيلاً متجاهلة تأثير ما تتخذه من سبل على الدول الأخرى في النصف الجنوبي من العالم، ولكن يبقى الأمل معقودا على المجهودات الوطنية الصاعدة والمتنامية للدول الأخرى في ضبط الاستعمال واستحداث الأساليب والوسائل لإصلاح ما أفسدته اليد البشرية جهلا أو عمدا (عبدالمجيد، ١٩٩٩م).

وقد أصبحت المشكلات التي تسببها النفايات الطبية الخطرة والأساليب المعمول بها للحد من أضرارها محط أنظار الرأي العام وذلك بعد اكتشاف كميات كبيرة من هذه المخلفات مبعثرة في عدة أماكن في الولايات المتحدة الأمريكية. فعلى سبيل المثال تم اكتشاف (١٤٠٠) كيس من هذه المخلفات في أحد المخازن المهجورة في مدينة نيويورك، ونتيجة للاهتمام الإعلامي بهذا الحادث تم الإعلان عن حوادث مماثلة في مناطق أخرى حيث تم مشاهدة أطفال يلعبون بحقن طبية مستعملة تحتوي على بقايا من الدم الملوث بفيروس الإيدز في ولاية أنديانا. وكذلك لوحظت أعدادا كبيرة من الأكياس الحاوية على الحقن وقناني الوصفات الطبية مبعثرة على شواطيء ولاية نيوجرسي، كما زاد هذا الاهتمام بعد التأكد من أن هذه النفايات تعتبر مصدرا للعدوى إذا لم يتم جمعها والتخلص منها بطريقة صحيحة، حيث سُجلت حالات

إيدز والتهاب الكبد الوبائي من النوع (ب) في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان، وكانت الإصابة بسبب النفايات الحادة، كما يمكن العدوى بها أيضا من تلوث الهواء الذي ينقل خليطاً من البكتيريا الممرضة مثل بكتيريا Pseudomonal aeruginosa والتي قد تنتشر بسبب عدم جمع النفايات بشكل سليم (حبيب، ١٤٢٣هـ).

وحسب إحصائيات الإدارة الأمريكية لحماية البيئة ينتج كل سرير ثلاثة عشر رطلا تقريبا من النفايات، أي ستة كيلوجرامات تقريبا، كما أن هناك دراسات منفصلة تدل على أن كل سرير ينتج من (٦-٢٣) رطلا من النفايات يوميا أو بمعدل يساوي من (٨-١١) كيلوجراما يوميا. وتقدر النفايات المعدية بحوالي (١٥٪) من مجموع النفايات أي أن كل سرير ينتج من (٩ , ٠-٦ , ١) كيلوجرام تقريبا من النفايات الطبية، أي أن مستشفى بسعة ٣٠٠ سرير ينتج يوميا نصف طن من النفايات المعدية تقريبا والتي يجب فرزها ومعالجتها، أي بمعدل (٥٥-١٧٥) طن من النفايات الطبية المعدية في السنة الواحدة (الزهراني وآخرون، ١٤١٩هـ).

كما قامت جمعيات مستشفيات جنوب فلوريدا عام ١٩٨٥م بدراسة خلاصتها: وجدت أن معدل النفايات الطبية للسرير الواحد هو تسعة كيلوجرامات تقريبا في اليوم الواحد وأن (٥ , ١٠٪) منها نفايات معدية وممرضة أي بمقدار (٩٥ , ٠) كيلوجرام في اليوم الواحد كما هو موضح في الجدول رقم (٥)، (مسلّم، ١٤١٨هـ).

**الجدول رقم (٥)**

| نوع النفايات | النسبة المئوية | معدل توليد/ النفايات على أساس ٩ كيلوجرام/ سرير/ اليوم |
|---|---|---|
| ممرضة | ٠,٥ | ٠,٠٥٤ |
| معدية | ١٠,٠ | ٠,٩٠٠ |
| نفايات عامة (غير معدية) | ٥٠,٠ | ٤,٥٠٠ |
| أطعمة | ٣٠,٠ | ٣,٧٠٠ |
| ورق | ٩,٥ | ٠,٨٥ |
| المجموع | ١٠٠,٠ | ٩,٠٠٠ |

المصدر: (مسلّم، ١٤١٨هـ)

وبلغ حجم النفايات الطبية في المملكة المتحدة (٣٠٠,٠٠٠) طن سنويا تقريبا. وبالمقارنة مع دول الاتحاد الأوروبي وجد أن الشخص المريض الواحد ينتج سنويا كمية أعلى من غيره في بقية دول الاتحاد الأوربي(Williams 1998) في حين لا توجد دراسات دقيقة في المملكة العربية السعودية عن حجم النفايات التي تجمع سنويا.

وفي دراسة طبية حديثة أجريت على حوادث الإشعاع في جنوب الأورال بالاتحاد السوفيتي السابق أوضحت مدى الضرر الذي لحق بالمادة الوراثية للأشخاص الذين تعرضوا للإشعاع وكذلك الكميات الهائلة من المواد المشعة التي تركزت في تلك البيئة (Soyfer, 2002).

كما تم عزل العديد من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للعدوى من داخل المستشفيات ومن أهمها البكتيريا: Acinetobacter baumannii,& Bacillus sp. & Enterobacter aerogenes,& Enterobacter cloacae,& Klebsiella sp. pneumoniae, & Pseudomonas aeruginosa,& Serratia marcescens,

ومـن الـفـطـريـات : Staphylococcus epidermidis Aspergillus niger &, Apergillus fumigatus, & Candida sp ، (حبيب، ١٤٢٣هـ)، (ابن صادق، ١٤٢٩هـ)، (Beyer and Belsito, 2000) .

وتلعب الميكروبات أيضا دورا مهما في إنتاج العديد من المضادات الحيوية والإنزيمات والفيتامينات والأحماض العضوية والتي أمكن الاستفادة منها على نطاق تجاري واسع، كما تقوم بدور مهم أيضا في تحليل المخلفات والنفايات. ونتيجة لتوفر الظروف الملائمة فإن تلك الكائنات الحية الدقيقة تتحول إلى كائنات ذات أضرار صحية واقتصادية خطيرة على الإنسان، فقد أمكن في هذا المجال عزل العديد من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة من جسم الإنسان مثل الفطرة .Mucor sp من العين، والبكتيريا E.coli من البول، والبكتيريا.Shigella sp من البراز، والخميرة .Candida sp من الجهاز التناسلي للمرأة والرجل أيضا، والبكتيريا .Clostridium sp من الدم، بالإضافة إلى العديد من الفطريات من الجلد والأصابع (ابن صادق، ١٤٢٠هـ).

وقد كشفت دراسة أن كمية النفايات الطبية الكلية لمستشفيات وزارة الصحة في المملكة العربية السعودية والتي تبلغ طاقتها (٤٢,٦٢٥) سريرا لعام ١٤١٦/ ١٤١٧هـ تزيد عن (١٦٠,٠٠٠) كيلوجرام يوميا من النفايات المعدية، منها (٢٤,٠٠٠) كيلوجرام يوميا. ولا يوجد نظام خاص يلزم المستشفيات الحكومية والأهلية بفرز تلك النفايات ووضعها في حاويات خاصة لكل نوع من تلك النفايات والتي تشمل نفايات المكاتب والمختبرات والدم والحقن وأغطية الأسرة وغرف العمليات والنفايات المشعة وبقايا الطعام (مسلّم، ١٤١٨هـ).

وعادة تتخلص المستشفيات من النفايات بحرقها عند درجة حرارة (١٠٠٠م) لإزالة سميّة الغازات المنطلقة والرماد المتبقي من عملية الحرق. ولكن غالبا ما تكون المحارق غير فعّالة ولا تستطيع أن تقوم بهذه المهمة، فبعضها يعمل عند درجة حرارة منخفضة بين (٤٠٠ ـ ٦٠٠ °م) ولا تحتوي على مرشحات أو أجهزة تمتص المواد السامة. وتحاول الدول المتقدمة الآن صناعة المحارق الجديدة من مواد تتحمل درجة الحرارة العالية (١٠٠٠ °م)، وحتى تفقد الغازات المنطلقة سمومها، ويجب أن تزود أجهزة الحرق أيضا بمعدات تحتوي على مواد قلوية لامتصاص الحموضة والجسيمات المتطايرة. كما يجب أن يتبرد العوادم الغازية بسرعة حتى لا تتفاعل فيما بينها وتعطي مواداً سامة مثل الديوكسين (Dioxin) والفيوران (Furans) وهي مواد عالية السمية. ولقد اكتشف أحد الباحثين الدنماركيين أن نفايات المستشفيات تطلق غاز منه (٣٠٪) من الديوكسين والفيوران اللذين تنتجهما النفايات عامة، في حين أنها لا تزيد عن (١٪) من حجم النفايات البلدية. وإذا تم عزل المواد البلاستيكية المكلورة مثل (بولي الكلورايد Polyvinyl chloride) عن النفايات فسوف يقل الكلور في غرفة الاحتراق ويساعد ذلك على انخفاض كمية الديوكسين والفيوران التي تتكون في جهاز الحرق (الزهراني وآخرون، ١٤١٩هـ).

وفي الدول المتقدمة التي أدركت خطورة النفايات الطبية فإنه يتم جمع النفايات الخطرة في أكياس وحاويات ذات ألوان ورموز مختلفة لتسهيل تمييزها والتعامل معها، ثم يتم فرزها وتصنيفها وتجميعها حسب ألوان الأكياس التي تحدد نوعيتها، ويتم تخزينها في الأماكن المخصصة لها لنقلها حيث تتوافر في بعض المنشآت الصحية القدرة على التعامل مع معظم النفايات الناتجة عنها، إلا أن قسما من هذه النفايات عادة ما يحتاج إلى

معالجة خاصة للتخلص منها بالطرق السليمة بيئياً خارج هذه المنشآت في حين تفتقر معظم مستشفيات المملكة العربية السعودية إلى تلك الخطوات.

ومن أخطر الخطوات في إدارة النفايات الطبية معالجة هذه النفايات قبل التخلص منها، وتختلف طرق معالجة النفايات الطبية باختلاف محتوياتها. وفي هذا المجال هناك عدة طرق تستخدم لعملية تعقيم وتطهير النفايات الطبية منها التعقيم بواسطة البخار وتحت ضغط وحرارة عالية أو تعريض النفايات إلى درجة حرارة عالية (حرارة جافة) أو تقطيعها ورشها بالماء ومن ثم تعقيمها بأشعة الميكروويف أو تقطيعها وغمرها بمواد كيميائية معقمة أو حرقها في المحارق أو تعريضها للأشعة. أما إذا كانت النفايات الطبية مواداً كيميائية سائلة فيتم معادلتها وتحويلها بالطرق الفيزيائية أو الكيميائية إلى مواد غير خطرة قبل التخلص منها (الزهراني وأبو الجدايل، ١٤٢٤هـ).

أما الخطوة الأخيرة في إدارة النفايات الطبّية تتمثل في التخلص السليم بيئياً وصحياً من النفايات الطبية. والطريقة المعتمدة للتخلص منها بصفة عامة هي طريقة الطمر الصحي في المدافن العامة، وتمتاز هذه الطريقة بانخفاض كلفتها، إلا أن خطورتها تكمن فيما يمكن أن تسببه هذه النفايات من تلويث للمياه الجوفية وانتشار الأمراض السارية إذا لم يتم إحكام السيطرة على هذه العملية وذلك بمعالجة النفايات الطبية بالطرق المختلفة قبل نقلها إلى المدافن الصحية أو معالجتها داخل المدافن بطريقة سليمة، علما بأن جميع الطرق السابقة تحتاج إلى دراسة للتقييم البيئي لمعرفة التأثيرات الضارة للنفايات الطبية الخطرة على البيئة.

وقد بينّت الدراسة التي أجريت في فرنسا لإزالة التلوث من النفايات الطبية باستخدام عوامل مؤكسدة عبارة عن وحدة (Box $O_3H$) تعتمد على

توليد الأزوون، وتم تطبيق هذه الدراسة على عشرة أسرة في وحدة العناية المركزة بالمستشفى، وبعد المعالجة بالأوزون نقصت أعداد البكتيريا والفطريات بشكل كبير (Coronel et al . 2002).

وفي دراسة أخرى أوضحت مدى قدرة استخدام الأوزون (Ozone) في معالجة مياه الصرف الناتجة من مصانع النسيج حيث أنه عامل مؤكسد قوي، ومن ثم يمكن استخدامه في معالجة النفايات الطبّية وكذلك معالجة الإصابات الفيروسية والميكروبية الأخرى (Chen, 2000).

كما أن هناك دراسات حديثة طبقت في أسبانيا (Espartero et al . 1999) وأستراليا (Hartley et al . 1998) لتقليل مستويات الإشعاع في النفايات الطبية.

ومن خلال الدراسات المستفيضة في مجال استخدام تقنيات الإشعاع وتطبيقاته الواسعة في تغير تركيب وخواص المركبات المعقدة مثل (Polymers) يتضح أن لها تطبيقات عديدة على مستوى تجاري كبير لأهميتها الاقتصادية والتي يمكن تطبيقها في مجال معالجة وتدوير بعض النفايات الطبية التي يدخل في تركيبها مثل هذه المركبات (Clough, 2001).

وعلى المستوى الخليجي ونظرا للتطور الكبير الذي حدث في مختلف المجالات ومنها المجال الصحي، حيث حظيت الرعاية الصحية في دول المنطقة باهتمام بالغ مما أدى إلى انتشار واسع النطاق في بناء المستشفيات والمراكز الصحية وساهم إلى حد كبير في تحسن المستوى الصحي لسكان الخليج. وكنتيجة لهذا التوسع أصبحت النفايات الطبية في الوقت الحالي تشكل إحدى المشكلات البارزة والتي تتطلب حلولا سريعة.

وقد أدى ضعف تطبيق الأنظمة وانعدام الدراسات المحلية في هذا المجال، إلى تفاقم المشكلة وعدم وجود رؤية واضحة حول مدى خطورة هذه النفايات وكيفية التعامل معها والتخلص منها (حبيب، ١٤٢٣هـ).

## ٤ .٣ .١ الوضع الراهن للنفايات الطّبية في المملكة العربية السعودية

بشكل عام فإن الدراسات المحلية حول موضوع النفايات الطبّية لا ترقى إلى حجم المشكلة البيئية الناتجة عن هذا النوع من النفايات ولا توجد الإحصائيات ذات التسجيل الموثق عن كمية النفايات الطبية في المملكة العربية السعودية لجميع المناطق خلال العشر سنوات الماضية على سبيل المثال، مع عدم التأكد من تطبيق طرق جمع وفرز وخزن ونقل ومعالجة النفايات الطبية باستثناء بعض المناطق في الوقت الحالي مثل منطقة الرياض والمنطقة الغربية. وحسب إحصائيات وزارة الصحة (١٤١٦/ ١٤١٧هـ) فقد بلغ عدد الأسرة (٤٢ ,٦٢٥) سريرا موزعة كالتالي:

١ ـ ٢٦ ,٩٥٥ سريرا لوزارة الصحة.

٢ ـ ٨ ,٧٩٤ سريرا للجهات الحكومية المختلفة.

٣ ـ ٦ ,٨٧٦ سريرا للقطاع الخاص.

وحسب المعايير والمقاييس العالمية لإدارة حماية البيئة في الولايات المتحدة فإن الحد الأدنى لإنتاج نفايات طبية خطيرة للسرير الواحد تبلغ (٦) كيلوجرام. وعليه فإن كمية المخلفات الطبية الناتجة من المجموع الكلي للأسرة في وزارة الصحة تبلغ (١٦٠ ,٠٠٠) كيلوجرام، في حين تبلغ المعدية وشديدة الخطورة (٢٤ ,٠٠٠) كيلوجرام يوميا وذلك في العام (١٤١٦/ ١٤١٧هـ)، وهذا يعتبر أقل تقديرا نظرا لعدم توفر قواعد المعلومات الخاصة بجمع النفايات في مختلف مناطق المملكة العربية

السعودية، كما أن جمع وفرز النفايات الطبية لم يلقيا الدراسات العلمية الكافية في هذا المجال حيث لم يتم تطبيق الأنظمة التشريعية البيئية الخاصة بالنفايات الطبية على جميع المنشآت الطبية (ابن صادق، ١٤٢١هـ).

وقد لوحظ على الدراسة التي أجراها (الزهراني وآخرون، ١٤١٩هـ) أنها تمت خلال أربع وعشرين ساعة فقط في كل مستشفى، وهذه الفترة الزمنية القصيرة لا تعطي تقديرا دقيقا لكم النفايات الطبية الخطرة وذلك في ظل الممارسات الخاطئة لفرز وفصل تلك النفايات.

## ٤ .٣ .٢ أنواع النفايات الطبية الخطرة

وهذه تتضمن النفايات الطبية الملوثة وشديدة العدوى والمواد الكيميائية والمشعة وتتطلب عناية وحرصاً بالغاً عند جمعها وفرزها وخزنها ونقلها ومعالجتها وتشمل ما يلي:

**١ ـ نفايات الأجزاء وبقايا الأعضاء البشرية** (Pathological waste)

تحتوي على الأنسجة والأعضاء البشرية والأنسجة الجنينية والمشيمية وجثث حيوانات التجارب والدم ومشتقاته والسوائل الجسمية ومخلفات الكسور.

**٢ ـ النفايات المعدية** (Infectious waste)

هي تلك النفايات التي قد تنقل أي من الأمراض المعدية نتيجة تلوثها بالبكتيريا أو الفيروسات أو الفطريات أو الطفيليات أو بقايا المواد المستخدمة في الأغراض الطبية.

**٣ ـ النفايات الكيمياوية** (Chemical waste)

وتشتمل على المواد الكيماوية الصلبة أو السائلة أو الغازية المستخلصة من الأنشطة التشخيصية أو المخبرية أو المستخدمة في التنظيف أو التطهير.

**٤ ـ النفايات الحادة** (Sharps waste)

وتشمل النفايات الحادة على المحاقن والمباضع الجراحية والمناشير والشفرات الطبية والزجاج المهشم وأي أدوات حادة أخرى قد تسبب قطعا أو وخزا للجسم.

**٥ ـ نفايات الأدوية** (Pharmaceutical waste)

وتتضمن الأدوية التالفة أو منتهية الصلاحية واللقاحات والأمصال.

**٦ ـ نفايات المواد المشعة** (Radioactive waste)

وتتضمن جميع المواد الصلبة والسائلة والغازية الملوثة بنويدات المواد المشعة الناتجة من استخدامها في فحص الأنسجة البشرية والسوائل وفي إجراءات تشخيص وتحديد الأورام وعلاجها.

**٧ ـ العبوات المضغوطة** (Pressurized waset)

هذا النوع من النفايات الطبية يشتمل على جميع العبوات التي تستخدم في تخزين الغازات تحت ضغط مثل أكسيد النيتروز، وأكسيد الإيثيلين، والأكسجين، والهواء المضغوط، وينتج من هذه العبوات نفايات خطرة عندما يتسرب منها الغازات نتيجة لتآكل الصنابير أو صمامات الأمان الخاصة بها (Reinhart, 1991)، (الزهراني وآخرون، ١٤١٩هـ).

## ٤ .٣ .٣ التقييم البيئي للنفايات الطبّية

التقييم البيئي (Environmental impact assessment) يعتبر الأداة الآمنة والفعالة في الحفاظ على البيئة وتقديم الضمانات الخاصة بالحفاظ على صحة الإنسان والحد من التدهور الاقتصادي. وقد أدركت الدولة المتقدمة ذلك فعمدت إلى تطبيق التقييم البيئي لجميع المنشآت الصناعية والزراعية والصحية والتجارية، كما أصدرت الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة اللوائح والأنظمة الخاصة بأسس وإجراءات تقييم التأثيرات البيئية للمشاريع الصناعية والتنموية وأكدت على ضرورة تطبيق تلك الأسس قبل البدء في المشاريع الصناعية والتنموية وبما يحقق الصالح العام للنظام البيئي وصحة الإنسان والمستثمر ورأس المال، ومن هنا كانت الانطلاقة الصحيحة لتطبيق اللوائح التنفيذية للحفاظ على البيئة.

ومن خلال الدراسات الخاصة بالتقييم البيئي يمكن التحكم في النفايات الطبية عن طريق وضع البرامج والخطط الخاصة بالإدارة العلمية للنفايات من حيث الجمع والفرز والخزن والنقل والمعالجة مع وضع الأسس الخاصة بالاستفادة من التأهيل والاستثمار مع تأسيس المعايير الخاصة بتصميم مرافق جمع ومعالجة النفايات ضمن المنشآت الطبية أو خارجها وبذلك يمكن التحكم في الحد من التدهور البيئي مع تأسيس ووضع قواعد للبيانات المتعلقة بالنفايات الطبية والاشتراطات الخاصة بالتخطيط والإدارة والتصميم والتنفيذ لمواقع النفايات الطبية (ابن صادق، ١٤٢٣هـ)

(Petts and Eduljee1994. Petts, 1999. Lohani and Evans Warren, 1997. Nouwen et al.2001)

## ٤ .٣ .٤المخاطر الصحية للنفايات الطبّية

كشفت العديد من الدراسات والأبحاث الطبية في مجال النفايات الطبية أنها ذات مخاطر صحية شديدة الخطورة على حياة الإنسان فقد أمكن عزل العديد من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة من النفايات الطبية ومنها على سبيل المثال بكتيريا القولون E.coli وكذلك أنواعا من الأجناس البكتيرية الأخرى مثل : Arthrrobacter sp.& Bacillus sp.& Enterobacter sp., Flavobacterium sp.& Mycobacterium sp.& Pesudomonas sp. كما عزلت الفطرة Aspergillus sp. Cladosporium sp. Fusarium sp. Penicillium sp بالإضافة إلى العديد من الفيروسات الممرضة مثل فيروس الحصبة وفيروس النكاف وفيروس شلل الأطفال وفيروس الحمى الصفراء والمفطورات والمتدثرات والريكتسيا وكذلك العديد من الحيوانات الأولية (Protozoa) مثل الدسنتاريا والعديد من الديدان المعوية (Beyer and Belsito, 2000)، (Faure et al. 2002)، (Fujita et al. 2002).

وتعد النفايات الطبية وسط خصب لتكاثر ونمو الحشرات والقوارض والجرذان، ولوحظ أن المعدل السنوي للإصابة بالأدوات الطبية الحادة في الولايات المتحدة الأمريكية بلغ (١-٢٪) لكادر التمريض و(١٨٪) لعمال النظافة. وفي مصر فإن الإصابة بفيروس الكبد الوبائي (ب) للعاملين في الوسط الطبي تراوحت بين (٣٨٪) للأطباء والممرضين و(٦٠٪) للعمال و(٢٪) للطلاب (الزهراني وأبو الجدايل، ١٤٢٤هـ).

ومن أهم المخاطر الصحية أيضا انتقال العدوى من الأم الحامل إلى الجنين وخصوصا بداء المبيضات (Candidiasis)، تم التأكد من أن فعالية ونشاط بكتيريا التيفوئيد تظل في النفايات لمدة تزيد عن (٤٠) يوما بينما تظل بكتيريا الجمرة الخبيثة لمدة (٨٠) يوما، كما تم أيضا الكشف عن وجود أعداد كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة على الأسطح الداخلية

والممرات والمكاتب والقاعات والمختبرات للمنشآت الطبية (Streifel, 1996 ؛Lawson et al. 2002).

برزت خلال العقدين الماضيين مشكلة النفايات الطبية الخطرة كإحدى أهم القضايا ذات التأثيرات السلبية على الصحة والبيئة. ونتيجة لذلك بدأ المختصون في مجال الصحة العامة وقضايا البيئة بدراسة هذه الظاهرة وذلك لوضع الضوابط الصحية والبيئية للتخلص من هذه النفايات بطريقة آمنة وذلك ابتداء من مصدر هذه النفايات وهي المنشآت الصحية المختلفة وانتهاء بالمعالجة النهائية لها.

وفي كثير من الأحوال قد يصاب بعض المرضى في المنشآت الصحية بالعدوى الثانية والتي يطلق عليها العدوى داخل الأقسام الطبية أو المستشفيات (Nosocomial infection). ويعزى سبب العديد من الإصابات بهذه العدوى إلى عدم مراعاة قواعد الصحة العامة والنظافة الشخصية سواء من قبل الفريق الطبي أو المرضى أنفسهم أو الزائرين. وقد تكون الإصابة نتيجة لعدم الإعداد الجيد للطعام أو تدني جودة نوعية المياه، أو نتيجة لتلوث الأدوات الطبية والمعدات المستخدمة أثناء الإجراءات الطبية. وقد تكون النفايات الطبية مصدرا للإصابة بالعدوى للمرضى وللفريق الطبي وعمال النظافة والزائرين إذا لم يتم تداولها والتخلص منها بالأسلوب السليم، ومن أهم الأمراض التي تنتقل عن طريق العدوى مرض نقص المناعة الإيدز (HIV) ومرض الكبد الوبائي (ب، ج) (Lawson et al. 2002)، (الزهراني وأبو الجدايل، ١٤١٢٤هـ).

وقد أولت المملكة العربية السعودية اهتماماً كبيراً بهذه القضية وأكدت في العديد من قراراتها على ضرورة التخلص الآمن صحيا وبيئيا من النفايات عموما والنفايات الطبية خصوصا.

## ٤ . ٤ الصرف الصحي

يعتبر إلقاء المواد الضارة بالصحة في مياه الصرف الصحي (Sewage) جريمة بيئية من جرائم الإنسان والتي ارتكبها بحق الإنسانية والبيئة .

وتعد مخلفات الصرف الصحي ذات أضرار بيئية وصحية واقتصادية للعديد من دول العالم . وتزداد هذه المشكلة في معظم الدول العربية نتيجة لاستخدام طرق قديمة في معالجة مخلفات الصرف الصحي ، بالإضافة إلى عدم اكتمال شبكات الصرف الصحي وعدم وجود قنوات متخصصة لاستقبال الأنواع المختلفة من مخلفات الصرف الصحي ، مثل مخلفات المستشفيات والمدارس ومخلفات الصرف المدنية ، حيث تصب جميعها في خزانات تستقبل مختلف المياه . وقد تنبهت الدول المتقدمة في هذا المجال حيث توجد في الوقت الراهن قنوات متعددة لاستقبال مخلفات الصرف الصحي ، حيث يتم الفصل بين مياه الأمطار ومياه الصرف الصحي الأخرى . كما تفصل أيضا المياه الواردة من المنازل والتي تعرف باسم المياه السوداء (Black water ) عن المياه الواردة من أوجه الأنشطة المختلفة والتي يطلق عليها اسم المياه الرمادية (Grey water ) . ويتم معالجة كل نوع من تلك المياه في محطات معالجة خاصة والتي تتضمن المعالجة الأولية (Primary treatment) والمعالجة الثنائية (Secondary treatment) والمعالجة الثلاثية (Third treatment) ، حيث يتم في المعالجة الأولية إزالة المواد الطافية مثل قطع الخشب والورق والبلاستيك والزيوت والشحوم ، ويمكن لهذه العملية إزالة حوالي (٦٠ ٪)من المواد العالقة خلال (٣) ساعات ، كما يمكن معالجة المياه في المعالجة الأولية لها بواسطة إضافة مقدار مناسب من الكلور ، ثم يستفاد من هذه المياه .

أما المعالجة الثنائية ويطلق عليها أحيانا المعالجة الحيوية (Biological treatment) وتتم بدفع المياه الناتجة من المعالجة الأولية إلى خزانات تهوية يتم من خلالها خلطها بأنواع من البكتيريا حيث تقوم بأكسدة المواد العضوية الذائبة ويطلق عليها أيضا الأكسدة الحيوية (Biological oxidation)، وتتم من خلال رشاشات تدور فوق سطح الصهاريج لخلطها جيدا بالأكسجين، ثم تمرر المياه بعد ذلك فوق طبقة من الصخور المجروشة (عبدالماجد، ١٤٢٢هـ).

أما المعالجة الثلاثية فتتم عن طريق معالجة المياه الناتجة من المعالجة الثنائية بطرق كيميائية تعتمد على نوع المركبات الموجودة في المياه، ويتم عادة استخدام الكربون المنشط (Activated carbon) أو طريقة الفصل الغشائي أو التقطير لإزالة بعض العناصر المعدنية الثقيلة مثل الزئبق والزرنيخ والنحاس، أما الرواسب فتدفع إلى صهاريج وتترك لتتعرض إلى النشاط البكتيري حيث يتكون بعد ذلك غاز الميثان أو الغاز الحيوي (Biogas) والذي تم الاستفادة منه في الوقت الحالي كمصدر إضافي للطاقة، ويتخلف أيضا الرواسب العضوية التي تستخدم كسماد (إسلام، ١٩٩٠م).

وكنتيجة علمية لمخرجات التقنية الحيوية للاستفادة من مخلفات الصرف الصحي، فإن الغاز الحيوي يعتبر مصدرا جديدا للطاقة في دول الخليج العربي، حيث توجد في دول الخليج العربي في الوقت الحالي العديد من المصادر البيئية الطبيعية بالإضافة إلى المخلفات والنفايات ومخلفات الصرف الصحي والتي لم تستغل الاستغلال العلمي الأمثل والذي يواكب الحاجة الماسة لإيجاد مصادر بديلة للطاقة في دول المنطقة وتعويض الاعتماد الكلي على النفط والكهرباء وبما يحقق النمو الاقتصادي المطلوب والحفاظ على البيئة.

تشكل النفايات والمخلفات في منطقة الخليج العربي العديد من الأعباء الاقتصادية بالإضافة إلى الأضرار الصحية والبيئية والمبالغ الطائلة للتخلص منها بالطرق التقليدية لذا كان لابد من الاتجاه العلمي والبحثي التطبيقي للاستفادة من تلك الكتل الحيوية والتي تزداد باستمرار لإنتاج الغاز الحيوي (Biogas) والذي يعد في العديد من دول العالم رافداً جيداً من روافد الطاقة المختلفة كما يمكن من خلال نفايات تلك الكتل الحيوية الحصول على مصادر إنتاجية مختلفة مثل الأسمدة والمخصبات الزراعية (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

ونتيجة للتطور التقني والصناعي والزراعي والتجاري والانفتاح العالمي والحاجة الماسة لمصادر حرارية جديدة كان لابد من الاستفادة من تقنيات إنتاج الغاز الحيوي والذي سوف يحقق العديد من فرص الاستثمار والوظائف للعمال والفنيين وبما يحقق المتطلب الفعلي لأسواق العمل في المنطقة.

ويستفاد من الغاز الحيوي في العديد من دول العالم لإنتاج الطاقة اللازمة للإنارة والتدفئة والطهي وتشغيل العديد من الآلات والمعدات المختلفة مثل الثلاجات والغسالات كما تم استخدامه بنجاح في مزارع الدواجن والأبقار وفي التجفيف والتصنيع الزراعي بالإضافة إلى أن هناك العديد من الفوائد من السماد المتخلف من إنتاج الغاز الحيوي حيث يحتوي على كميات عالية من المتطلبات الغذائية الضرورية والتي تستخدم على نطاق واسع لتسميد العديد من المحاصيل الزراعية مثل الذرة والأرز والقمح والمحاصيل الورقية (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

وقد أمكن في هذا المجال الاستفادة من تطوير تقنيات إنتاج الغاز الحيوي عن طريق تصميم وحدات خاصة للإنتاج ومنها الطرز الصينية والهندية

والتي صممت لمختلف الاستخدامات مثل المزارع والمنازل والمدارس وعلى مختلف الأحجام والأنواع، بالإضافة إلى كونها سهلة التخزين والحمل والتركيب وذات أحجام مختلفة، كما أنها منخفضة التكلفة، كما يمكن تعبئة الغاز في أنابيب وأسطوانات مختلفة الأحجام. وتوجد أيضا خزانات من المطاط لنقل الغاز من مكان لآخر وهناك خزانات للغاز من الأسمنت المقوى بتسليح رفيع وسلك شبك، بالإضافة إلى ذلك توجد خزانات للغاز من البلاستيك ويوجد الغاز الحيوي في صورة غازية عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي العادي، كما أنه لا يقبل الإسالة إلا إذا خفضّت درجة حرارته إلى أقل من درجته الحرجة ـ٨٢ °م) ووضع تحت ضغط أعلى من ضغطه الحرج (٨, ٤٥) ضغط جوي، كما يمكن إسالته بدون ضغط إذا خفضّت الحرارة إلى (ـ١٦١ °م). ويحتوي سماد الغاز الحيوي على حوالي ٧٠٪ من المادة العضوية بالإضافة إلى (٩٠٪) من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وبعض العناصر المعدنية الصغرى والفيتامينات ومنظمات النمو ويستخدم الغاز الحيوي في جميع الأغراض التي يستخدم فيها الغاز الطبيعي ويحتوي الغاز الحيوي على تركيز مرتفع من غاز ثاني أكسيد الكربون (٢٧ـ٤٣٪) وقد أمكن تنقية الغاز الحيوي من ثاني أكسيد الكربون وقد تمت الاستفادة من الغاز الحيوي في الطهي والإنارة وتشغيل الثلاجات والكي وقد أمكن تصميم العديد من المواقد الهندية والصينية والفلبينية مختلفة الطرز لغرض الطهي والتجفيف وعلى النطاق التطبيقي لمزارع الدواجن فقد تم استخدام الغاز الحيوي لتدفئة عنابر الكتاكيت وإضاءة عنابر الدواجن حيث تحتاج مزارع الدواجن إلى الطاقة الحرارية لتدفئة عنابر الكتاكيت في أعمارها الأولى ثم إلى الإضاءة لإطالة النهار ومن ثم رفع معدل التغذية والإسراع بنمو الدواجن وهذا يقلل بدرجة كبيرة من الاعتماد على الطاقة الكهربائية

ويقلل أيضا من مخاطر انقطاع التيار الكهربائي كما أمكن بنجاح استخدام الغاز الحيوي في تشغيل آلات الاحتراق الداخلي وكوقود للسيارات (علاء الدين وآخرون، ١٩٨٣م) وهذه التقنية ذات مردود جيد في دول الخليج العربي وخصوصا خلال فترة الصيف حيث الانقطاع المستمر للتيار الكهربائي.

الجانب التطبيقي لاستخدام الغاز الحيوي كشف أن المتر المكعب الواحد للغاز الحيوي يغطي الاحتياجات التالية:

١ ـ تشغيل موقد للطهي أو للتدفئة لفترة تتراوح بين(٦ , ١ ـ ٣) ساعات.

٢ ـ تشغيل آلة احتراق داخلي ذات قدرة واحد حصان لمدة ساعتين.

٣ ـ تشغيل ثلاجات بنظام التبريد بمعدل (١١ـ١٢) ساعة.

٤ ـ توليد طاقة كهربائية بمعدل (٥ , ١ـ٢) كيلوواط/ الساعة.

بالإضافة إلى السابق فإن سماد الغاز الحيوي يتم استخدامه بكفاءة في تسميد زراعة الذرة والقطن والأرز والقمح والبقوليات إما على هيئة مختلطة بسائلة كما يمكن فصل الجزء السائل حيث يضاف إلى التربة (علاء الدين وآخرون، ١٩٨٣م).

وعليه فإن تقنيات إنتاج الغاز الحيوي في دول الخليج العربي ذات أهمية خاصة للاستفادة من النفايات والمخلفات بالإضافة إلى كونها وسيلة آمنة للحفاظ على البيئة ومساندة لمصادر حرارية جديدة تقلل من مشكلات انقطاع الكهرباء في دول المنطقة وتغطي جميع القرى والأماكن البعيدة عن مصادر الطاقة الكهربائية ويمكن في هذا المجال تكثيف الدراسات العلمية والتي تعتمد على الأساليب التحليلية والاقتصادية والتي تشمل المعايير الخاصة بالجدوى الاقتصادية (الشيمي، ١٩٩٨م) والتي منها:

١ ـ تقدير نسبة التكاليف الخاصة لإنشاء مشاريع إنتاج الغاز الحيوي .
٢ ـ تحديد صافي القيمة الإجمالية للمشروع .
٣ـ تقدير سعر الفائدة .
٤ ـ تحديد فترة استرداد المال من المشروع .

كما لابد أن توفر مصادر البيانات الخاصة بكميات النفايات السنوية والفاقد السنوي من المخلفات التي تجمع وتنقل وتفرز سنويا في منطقة الخليج العربي أو لكل دولة من دول المنطقة على حده بالإضافة إلى العمل على تطبيق أنظمة التقييم والتأهيل والاستثمار البيئي ورفع شعار النفايات والمخلفات استثمار وحفاظ على البيئة من قبل الأمانة العامة لدول الخليج العربي ومن ثم تطبيقها عمليا في جميع دول المنطقة .

وكشفت العديد من الدراسات والأبحاث العلمية احتواء مخلفات الصرف الصحي على العديد من المركبات الكيميائية والعناصر المعدنية الكبرى والصغرى بالإضافة إلى العديد من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة .

تلوث مخلفات الصرف الصحي المصادر المائية المختلفة بالعديد من الكائنات الحية الدقيقة حيث يعتمد التحليل الميكروبيولوجي للمياه في البحث عن الكائنات الحية الدقيقة وخصوصا بكتيريا Escherichia coli بالإضافة إلى بكتيريا Clostridium P erfingens & Salmonlla tyhimurinm & Klebsiella sp. Staphylococcus aureus &Pseudomonas aeroginosa ومن الفيروسات ، الفيروسات المعوية Adenoviruses & Reoviruses & Enterovinuses ومن الأوليات أميبا النسيج Giardia lamblia & Entamoeba hystolytica .

توجد العديد من الطرق للفحص الميكروبيولوجي للماء ومنها طريقة الأنابيب المتعددة (Multiple tube method) وطريقة الترشيح بالأغشية

.(Membrane filteration technique)كما تعد المكورات السبحية البرازية أحد مؤشرات التلوث البكتيري البرازية وتعطي دعما للتلوث المائي بمخلفات الصرف الصحي إذا وجدت مع بكتيريا القولون .(Coliform bacteria)من أهم المكورات السبحية البرازية بكتيريا C. perfringens حيث تكون جراثيم مقاومة للكلور وهي لا هوائية توجد في براز الإنسان والحيوان وتكوّن من ٧١-٥٦٪ في مياه الفضلات، ومن الكائنات الحية الدقيقة الملوثة للمصادر المائية بكتيريا Aeromonas hydrophila & Shigella flexner &Shigella sonnei وفيروس Rotavinuses & Paraviruses & heptatitis A (خلف، ١٩٨٧م).

كما تم تسجيل العديد من الطحالب في برك مياه الصرف الصحي ومنها طحلب Euglena & Chlorella sp. & Anacystis & Anbaena sp. Spirulina sp. & Spirogyra sp. & Oscillatoria sp.حيث يعتبر وجود تلك الطحالب وخصوصا الخضراء المزرقة قاطعا على ارتفاع نسبة العناصر المعدنية والمواد العضوية بمياه الصرف الصحي .(Abulfatih et al. 2002)

كشفت العديد من الأبحاث والدراسات التطبيقية احتواء مخلفات الصرف الصحي على العديد من العناصر المعدنية الكبرى والصغرى والتي تسهم بدور فاعل في إحداث الاختلال وعدم الاتزان البيئي عند تلويثها للمصادر المائية المختلفة. ومنها عنصر الفوسفات والنشادر والنترات والكبريتات حيث يؤدي ذلك إلى حدوث اختلال في المتطلب الأكسجيني الحيوي والكيميائي، تحتوي مخلفات الصرف الصحي على العديد من العناصر المعدنية الثقيلة مثل عنصر الرصاص والزئبق والزرنيخ والسلينيوم والكوبالت والنيكل والنحاس والخارصين والألومنيوم (ابن صادق، ١٤٢٠هـ)، ويسبب تلوث المصدر المائي لمخلفات الصرف الصحي العديد من الأمراض مثل التهاب الأذن والأنف والحلق والمعدة.

وتوجد في الوقت الراهن في دول الخليج العربي العديد من التحديات لمواجهة جرائم البيئة وفي مقدمتها جريمة الصرف الصحي والتي تتطلب المزيد من الدراسات والأبحاث التطبيقية والعمل على الإسراع في تنفيذ شبكات الصرف الصحي والحد من تسرب مخلفات الصرف الصحي إلى المياه الجوفية نتيجة الاستمرار في عمل البيارات أو الخزانات عديمة الكفاءة وقليلة الاستيعاب. بالإضافة إلى الاستفادة من مخلفات الصرف الصحي والبحث عن طرق حديثة عوضا عن الفرق التقليدية والعمل على الاستفادة من مخرجات التقنية الحيوية في مجال الصرف الصحي لإنتاج الغاز الحيوي والسماد العضوي والبروتين الميكروبي أحادي الخلية واستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في التنمية الزراعية والصناعية والمرافق السياحية وفي تربية الأسماك والروبيان.

# الفصل الخامس

## التلوث البيئي

# ٥ . التلوث البيئي

## ٥ . ١ التلوث البيئي من مستلزمات الإنسان المختلفة

توجد في الوقت الراهن في الأسواق العديد من المنتجات الصناعية والزراعية والطبية والكيميائية التي يحتاجها الإنسان بشكل يومي وتعد مخلفاتها ونفاياتها ذات أضرار بيئية كبيرة وجريمة يجب أن يحاسب عليها الإنسان ويضع لها الحلول والسبل الكفيلة للحد من أضرارها الصحية والاقتصادية .

تتلوث عناصر البيئة وفي مقدمتها المصادر المائية بالمنظفات الصناعية والمستخدمة لأغراض التنظيف ومنها منظفات سالبة التأين والتي تحتوي على أيونات الصوديوم، ومنظفات موجبة التأين والتي تحتوي على أيونات الكلور أو البروم، ومنظفات لا تتأين في الوسط المائي . وتعتبر المنظفات سالبة التأين من أكثرها شيوعا مثل الصابون وسلفونات البنزين القلوية والمساحيق مثل التايد وسلفونات الألكانات، كما أنها تكوّن رغوة بسبب احتوائها على مركب سلفونات البنزين القلوية وذات أضرار على النباتات والحيوانات وتؤدي إلى تعطيل هضم وتفكيك المخلفات العضوية بواسطة النشاط الميكروبي (الطيب وجرار، ١٩٨٨م) .

كما تجب الإشارة إلى أن هناك العديد من المستلزمات الأساسية للإنسان والتي يدخل في تركيبها العديد من المواد الكيميائية والعناصر المعدنية الثقيلة والتي تنطلق إلى الهواء الجوي على هيئة عوالق أو جسيمات، ومنها ما يدخل في صناعة القرميد ومواد العزل والنسيج المقاوم للحريق وفي مصانع الورق ودباغة الجلود، بالإضافة إلى الاسبستوز الذي يدخل في صناعة

كوابح السيارات ومن مصانع الأسمنت والزجاج وصناعة الأحماض العضوية وهيدروكسيد الصوديوم حيث تسبب للإنسان العديد من الأمراض للجهاز التنفسي وأمراض الربو والالتهابات المختلفة وسرطان الصدر والرئة وانتفاخ الرئة وسرطان جدار تجويف البطن وتشوه الأجنة. كما يتأثر الجلد والعيون والأغشية المخاطية وأمراض الدم وحمى القش والالتهاب الاسبستوزي والالتهاب الحديدي والالتهاب الفحمي (الطيب وجرار، ٢٠٠٢م).

كما تعد السموم الأكالة والتي تتضمن الأحماض العضوية والقلويات الأكالة والأحماض المعدنية ذات استخدامات متعددة في حياة الإنسان. وتحدث الإصابة بتلك السموم عن طريق الخطأ إما بملامسة الجلد أو استنشاق الأبخرة أو تناوله. وينتج عن ذلك العديد من الأضرار المختلفة للإنسان. ومن أهم الأحماض العضوية حمض الفينيك الذي يظهر على هيئة بلّورات بيضاء ذات رائحة نفاذة مميزة ويستخدم في تطهير دورات المياه وهيدروكسيد الأمونيا، وتدخل أملاح كربونات الصوديوم والبوتاسيوم في تركيب البوتاس المستخدم في تبييض الغسيل، ومن الأحماض المعدنية محلول الكلوروكس (هيبوكلوريت الصوديوم) والمستخدم في تبييض الملابس (عبدالجواد، ١٩٩٦م).

وتتلوث المياه بمركبات الكبريت الناتجة من صناعة حمض الكبريتيك وبطاريات السيارات. كما أن هناك المواد القابلة للأكسدة والتي تلوث المصادر المائية ومنها بعض مركبات الفينول الناتجة من مخلفات مصافي النفط. بالإضافة إلى السابق فإن من أهم مستلزمات الإنسان الأساسية التي تسبب التلوث البيئي الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية وأشعة الميكرويف وأشعة التلفزيون وأشعة اكس وأشعة الليزر والتي تضيف للنظام

البيئي كميات هائلة من الأشعة باستمرار وتؤثر بدرجة كبيرة في إحداث العديد من الأضرار البيئية والصحية والاقتصادية .

ونظرا لأن الإنسان لم يلق بالاً لما يحدث تلوثاً بيئياً رهيباً يعد جريمة ، يجب أن يعاقب عليها ، فقد امتد التلوث البيئي ليشمل كافة أوجه النشاط المختلفة للإنسان . فقد سجل التلوث الميكروبي لكائنات حية قاتلة في العديد من المستشفيات وفي أماكن مختلفة من العالم ، كما تمت ملاحظة تلوث الهواء الجوي بالعديد من الملوثات الخطيرة للعديد من مدن العالم ولم تسلم المصادر المائية من هذا التلوث الخطير والذي امتد أيضا ليشمل غذاء الإنسان وسكنه .

وامتدت التنمية لتشمل مختلف مرافق الحياة ولكن على حساب البيئة والتي أصبحت تعاني في الوقت الحالي من العديد من الويلات والأخطار . وقد اختلت لذلك الروابط والأواصر التي تربط عناصر البيئة مما أثر بشكل مباشر في العمليات البيئية والكيموحيوية على سطح الأرض ، ومن هنا كان على الإنسان الموازنة بين التنمية والحفاظ على البيئة والعمل على البحث على المواد المتجددة والبحث عن أفضل السبل لتنميتها وزيادتها والحفاظ على المواد غير المتجددة وحفظها من الإنقراض والهلاك .

ومن أهم مستلزمات الإنسان في الوقت الراهن أدوات الكتابة على الورق والألواح وأقلام الحبر السائل والجاف ومواد الزيلين والتوليورين وأقلام الحبر والرصاص والأقلام المغلفة والملونة والآلية والجرافيت وصبغات التلوين ومواد الطلاء ومواد محو الكتابة والتي تسبب للإنسان والطلاب العديد من المشكلات الصحية والبيئية والاقتصادية . حبر الكتابة ، على سبيل المثال ، يحتوي على مواد كيميائية وصبغات وعناصر معدنية ثقيلة مثل

الرصاص والكروم والأقلام السحرية تدخل في صناعتها مواد مذيبة طيارة وأصباغ معدنية ومواد الزيلين والتولووين تسبب تأثيرات مزمنة على الجهاز العصبي المركزي. كما تعتبر أبخرة الهيدروكربونات العطرية مثل الزيلين والتولووين من المواد المهيجة للأغشية المخاطية وتسبب فقر الدم وسرطان الدم. أما أقلام الرصاص والتي تتكون من مادة الجرافيت وصبغات التلوين والطلاء فتحتوي على العديد من العناصر المعدنية السامة كما تسبب مادة الجرافيت أمراضا للجهاز الهضمي والرئتين والجهاز التنفسي. ومادة الممحاة تتكون من مواد سامة مطاطية بالإضافة إلى بعض الأصباغ. كما توجد في الأسواق بعض أنواع تتركب منها مادة كلوريد متعدد الفينول البلاستيكي (P.V.C ). وهناك أيضا كربون رباعي الكلور الموجود في الأسواق لإزالة الشحوم والأسطح المعدنية كما أنه من أهم مكونات وسائل التصحيح الموجودة في الأسواق، والإيثان ثلاثي الكلور وهو من سوائل التصحيح (زللي، ١٤٢٢هـ).

ومن ضمن جرائم البيئة التي يستخدمها الإنسان بشكل يومي عقاقير الهلوسة ومنها حمض اليسرجيك داي ايثيل أميد (LSD 25) وهيدروكلوريد الفنسيكليدين والأتروبين ومضادات الأستيل كولين والنيكوتين والكاكايين والأستركنين والديجيتاليس والأكونتين والإرجوت والأفيون بالإضافة إلى السموم الطيارة مثل الكحول الإيثيلي والميثيلي والمذيبات العضوية (عبدالجواد، ٢٠٠٢م).

كما أن مستلزمات الرسم والأشغال الفنية والتي تتطلب ألوان الشمع والباستيل والأقلام الزيتية والمائية تحتوي أيضا على العديد من المواد والمركبات الكيميائية ذات الأضرار الخطيرة بالصحة والبيئة والذي يحتوي على الأصباغ والمذيبات وعناصر معدنية مثل الكادميوم والكوبالت والنيكل

والكروم والزرنيخ والزئبق والرصاص والنحاس بالإضافة إلى بعض العناصر المعدنية المشعة مثل عنصر (Stronturm ) الذي يدخل في صناعة الطلاء والصبغات والألوان وفي المرشحات المطاطية وكمثبط للتآكل وكمزيل للشعر. كما تستخدم مركبات عنصر الباريوم وفي الأصباغ والطلاء وصناعة الخزف والسيراميك وصناعة الورق والمطاط وعنصر (Titanium) الذي يدخل في صناعة الطلاء والبلاستيك ولتبييض الدقيق وصناعة الحلويات ومواد المكياج وفي صناعة أدوات الجراحة الطبية. بالإضافة إلى السابق فإن أملاح المنجنيز تدخل في صناعة الزجاج والسيراميك والطلاء والورنيش والأحبار ودباغة الجلود والبطاريات وكمادة بديلة تحل محل الرصاص في الوقود، ويدخل عنصر النحاس في صناعة أنابيب التبريد وطلاء المعادن وصناعة المبيدات والمخصبات الزراعية وفي الطلاء، وعنصر اليورانيوم يستخدم في صناعة ساعات اليد والحائط والمجوهرات التقليدية والبوصلات البحرية، كما يستخدم أكسيد اليورانيوم في تكوين الخزف والزجاج. وعموما فإن لتلك العناصر المعدنية العديد من الأضرار الصحية والبيئية والاقتصادية (زللي، ١٤٢٢هـ.)

ومستلزمات الإنسان اليومية قد لا يشعر بها الفرد العادي ولكنها ذات أضرار بيئية مستمرة نظرا لزيادة استخدامها ودخولها في كافة المجالات المختلفة للإنسان.

وتعد الورق والمنتجات الورقية في الوقت الراهن من أكثر المستلزمات اليومية استخداما في حياة الإنسان، حيث يتكون الورق من ثلاثة عناصر أساسية هي: اللجنين والسليلوز والهيموسليلوز. وعن طريق فصل الخشب بواسطة إذابة اللجنين ولب الورق والتي تعتبر المواد الخام لإنتاج الورق، علما بأن عملية إنتاج الورق يتخلف عنها العديد من الملوثات البيئية وفي

مقدمتها الملوثات الكيميائية مثل الفينول ونفايات الماء المطروحة على متدفقات ثالث نيترو التولوين ومخلفات اللجنين الكلورية والمنتجة بواسطة صناعة لب الورق (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

وتعد الصبغات بمختلف أنواعها من أهم الملوثات البيئية ومنها على سبيل المثال الصبغات البيضاء والتي يدخل في تركيبها مركبات الرصاص وأكسيد الزنك والصبغات الصفراء ومنها أصفر الكادميوم وأصفر الكروم وأصفر الكوبالت والصبغات الزرقاء مثل أزرق لازورد والتي يدخل في تركيبها سليكات الألومنيوم والصوديوم والكبريت بالإضافة إلى الصبغات الخضراء ومنها صبغة أخضر الملاكيت والتي يدخل في تركيبها كربونات النحاس القاعدي الأخضر وأيضا توجد الصبغات الحمراء مثل أحمر طينة سينا والتي يدخل في تركيبها أيدروكسيد الحديد والمنجنيز والصبغة البنية مثل طينة سينا (ترسينا) والتي يدخل في تركيبها هيدروكسيد الحديد وثاني أكسيد المنجنيز. وهناك أيضا الصبغات البنية مثل بنفسجي الكوبالت الفاتح والتي يدخل في تركيبها زرنيخات الكوبالت والصبغات السوداء مثل أكاسيد الأسود أو أسود الطينة والتي يدخل في تركيبها أكسيد الحديد (زللي، ١٤٢٢هـ). علما بأن المكونات المعدنية لتلك الصبغات ذات أضرار كبيرة جدا على النظام البيئي. كما تؤثر على صحة الإنسان وتؤدي إلى حدوث اختلال بيئي في السلسلة الغذائية وتسهم بدرجة كبيرة في حدوث اختلال وعدم اتزان للمتطلب الأكسجيني الحيوي والكيميائي للمصدر المائي عند توفرها بتركيزات عالية، وتتسبب في حدوث سمومية للإنسان وتقيؤ ومغص وإسهال واختناق وتضرر للجلد والأغشية المخاطية والعين والعديد من الاضطرابات المعوية وإعاقة للنمو وهشاشة للعظام.

كما تعد المخصبات الزراعية من المتطلبات الأساسية للإنسان لتحقيق رغبته في الاكتفاء من الإنتاج الزراعي، حيث تضاف إلى التربة باستمرار لضمان خصوبة التربة والإمداد بالمحاصيل الزراعية الوفيرة. وتدخل مركبات الفوسفور في صناعة العديد من المخصبات الزراعية، كما تعتبر من أهم الملوثات للمصادر المائية، كما أنها مركبات ثابتة وبطيئة التحلل وسامة للحيوان والإنسان وتؤدي زيادة مركبات الفوسفات في الماء إلى حدوث ظاهرة الإثراء أو الازدهار (Eutrophication) للنباتات والأعشاب والطحالب الضارة. وتعد مركبات النترات أيضا من أهم المركبات المستخدمة في المخصبات الزراعية كما أنها من ضمن أهم الملوثات البيئية في الوقت الراهن. وتضاف إلى الأطعمة المعلبة قليل من مركبات النترات والنتريت لحفظها ومن أهمها نتريت الصوديوم. كما توجد مركبات النترات بنسبة عالية في بعض أنواع المشروبات ومنها البيرة والتي تؤدي إلى حالات من التسمم للإنسان حيث يؤثر أيون النتريت في الدم بطريقة مباشرة ويمنعه من القيام بوظيفته الأساسية الخاصة بنقل الأكسجين من الرئتين إلى جميع خلايا الجسم (إسلام، ١٩٩٠م).

كما تجب الإشارة إلى جريمة كبرى من جرائم البيئة التي يمارسها الإنسان بصفة مستمرة يوميا وهي التدخين والتي ينطلق منها جسيمات الدخان وهي عبارة عن جسيمات دقيقة تتجمع مع بعضها في حركة دورانية ثم لا تلبث أن تتشتت في الهواء لتسبب للجهاز التنفسي العديد من الأضرار الممرضة مثل صعوبة التنفس والكحة، وهناك أيضا جسيمات ملطفات الهواء (Aerosols) بالإضافة إلى الألياف النباتية ونشارة الخشب (الطيب وجرار، ٢٠٠٢م).

كما تعد مستلزمات الأشغال النسائية مثل الغزل والخياطة والأشغال الفنية والأثاث والديكور ذات أضرار بيئية وصحية مختلفة، فإبر الغزل

تصنع من مواد معدنية أو معدنية مطلية أو بلاستيكية. وتطلى عادة إبر الغزل بالنيكل كما توجد أيضا الإكسسوارات النسائية المطلية بعنصر الفوسفور المشع بالإضافة إلى خيوط الغزل والأقمشة وبخاخات النشا لكوي الملابس والتي يدخل في تركيبها عنصر السليكون والتي تسبب للإنسان ضيق في التنفس وحمى وكحة وفقد في الوزن (زللي، ١٤٢٢هـ).

وبخصوص البلاستيك فإن الإنسان في الوقت الراهن غارق في منتجاته تماما، فمعظم الأدوات التي يستخدمها الإنسان يدخل البلاستيك في تركيبها. ولعل من أهم منتجات المواد البلاستيكية في المملكة العربية السعودية عديد كلوريد الفينيل وعديد الإيثيلين وعديد الإستايدين. وتعتبر هذه الصناعات من أخطر الصناعات تلويثا للبيئة وعلى صحة الإنسان حيث يتسبب التعرض لأبخرة كلوريد الفينيل ولو بتركيزات ضئيلة سرطان الكبد. كما تعتبر المركبات الأروماتية العضوية من أهم الملوثات البيئية المنطلقة من صناعة البولي إيثيلين والبولي ستايرين (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ).

ومن الملوثات الأخرى التي تضاف للبيئة وتعد من مستلزمات الإنسان الأساسية في الوقت الراهن أكياس البلاستيك بمختلف أحجامها وأنواعها والورق وقوارير الزجاج والجرائد والأطباق والملاعق والأكواب البلاستيكية ومخلفات الطعام والخبز ومخلفات المطاعم والمزارع والتي تعد ذات أضرار بيئية خطيرة كما أن إزالتها والتخلص منها يتطلب الأموال الطائلة.

يجب ألا ننسى أيضا غسيل السيارات وما يتخلف عنها من تلويث للمياه الجوفية حيث تختلط الشحوم الثقيلة والخفيفة والديزل بالمياه محدثة لها تلوثا خطيرا يؤدي إلى إلحاق العديد من الأضرار البيئية وفي مقدمتها تلوث المياه الجوفية.

## ٥ .٢ التلوث الميكروبي

التلوث الميكروبي (Microbial pollution) صورة واضحة من صور جرائم البيئة التي ارتكبها الإنسان ضد الإنسانية والبيئة حيث امتد هذا التلوث ليشمل مختلف الأنشطة للإنسان نظرا لقدرة الكائنات الحية الدقيقة على الانتشار في مختلف الأوساط البيئية.

فقد تم تسجيل قدرة الكائنات الحية الدقيقة على إحداث التلوث الميكروبي للعديد من المتطلبات الأساسية للإنسان وفي مقدمتها المنتجات الزراعية ومن الحبوب ومن الدقيق ومن المعلبات ومن الدهون المتزنخة ومن الدجاج ومن البيض ومن مختلف أنواع اللحوم ومن الخضروات والفاكهة ومن الأسماك، ومن أكثر تلك الكائنات الحية الدقيقة البكتيريا Arthrobacter sp. & Alcaligenes sp.& Bacillus sp. & Clostridium sp.& E. Coli & Enterobacter sp. & Lactobacillus sp. & Micrococcus sp. & Proteus sp. Shegill a sp.Salmonella sp . & Serratia sp. ومن الفطريات الفطرة Alternaria sp.& Aspergillus sp. &Clodosporium sp.& Fusarium sp. & Monilia sp.& Mucor sp.& Pencicillium sp.& Rhizopus sp. (ابن صادق، ١٤٢٠هـ).

وعموما فإن التلوث الميكروبي امتد أيضا ليشمل تلوث السكريات والتوابل والبهارات ومنتجات الحليب ومشتقاته والأسماك ومشتقاته المختلفة والبيض ومنتجاته العديدة (Ayres et al . 1980)، كما تفرز العديد من الكائنات الحية الدقيقة وفي مقدمتها الفطرة Aspergillus flavus سموم الأفلاتوكسين (Aflatoxins) والتي تسبب تعفن الحبوب وتؤدي إلى إصابة الإنسان بسرطان الكبد والمعدة والرئة والغدة الدمعية للإنسان والحيوان كما تنتقل إلى منتجات الحليب والبيض وتوجد أيضا سموم الترايكوتيسين والتي تفرزها الفطرة Fusarium sp. وسموم السيتروفردين وسموم الأوكراتوكسين وسموم الرايبوتوكسين.

ويعد التسمم الغذائي بواسطة الكائنات الحية الدقيقة صورة واضحة من صور التلوث الميكروبي ذات الانتشار الواسع في الوقت الراهن في مختلف دول العالم، والذي يحدث عن طريق تلوث غذاء يحتوي على ملوثات ميكروبية تخترق الغشاء المخاطي للإمعاء ومن أهم البكتيريا المسببة لذلك بكتيريا Salmonella sp. والتي توجد في أمعاء الحيوانات الأليفة والبرية والتي تلوث أيضا التربة والمصادر المائية واللحوم والدواجن والبيض والألبان. وهناك أيضا بكتيريا Vibrio sp. والتي تصيب الأسماك. ويحدث التسمم الغذائي أيضا بواسطة السموم الميكروبية ومنها السموم الفطرية (Aflatoxins) وسموم بكتيريا Clostridium botulinum والتي تسبب للإنسان شلل جزئي أو كامل للأعصاب وأيضا التسمم بسم بكتيريا Staphylococcus sp.، توجد أيضا بكتيريا Clostridium perfringens والمنتشرة في التربة كما عزلت أيضا من براز الإنسان بالإضافة إلى فطرة Aspergillus sp. & Fusarium sp. & Penicillium sp.

ويمكن القول عموما أن للكائنات الحية الدقيقة قدرة فائقة على تلويث وتسميم وفساد جميع المواد الغذائية بلا استثناء، فقد تم تسجيل فساد الخضروات بواسطة البكتيريا والفطريات ومنها على سبيل المثال بكتيريا Xanthomonas phaesoli & Pseudomonas syringae & Corynebacterium والفطرة Phytopnthora mfestans والفطرة Alternaria solani، وفساد الفاكهة بواسطة البكتيريا Acetobacter sp.& Lactobacillus sp. والفطرة Rhizopus sp.. كما تم أيضا تسجيل فساد اللحوم الحمراء بواسطة البكتيريا Flavobacterium sp.& Achromobacter sp. &Microbacterium sp. بالإضافة إلى العديد من منتجات اللحوم الحمراء مثل اللحم المفروم واللحم المقدد والمملح والمجفف.

ومن الدواجن تم عزل البكتيريا - Salmonella agona & S. manhattan S.reading & Clostridium sp. & Staphylococcus aureus بالإضافة إلى مختلف منتجات الدواجن. ومن الأسماك فقد عزلت البكتيريا - Lactobacillus sp. Enterobacter cloacae & Aerogenes. ومن البيض ومنتجاته المختلفة فقد تم عزل البكتيريا Alcaligenes sp.& E. coli -Proteus sp. & Pseudomonas sp. والفطرة Cladosporium sp. & Penicillium sp. ومن الحليب ومنتجاته المتعددة فقد عزلت البكتيريا - Arthrobacter sp. - & Lactobacillus acidophilus & L. bulgaricus Syncyanea -Pseudomonas &Clostridium sp. & Bacillus sp. ومن الأغذية المثلجة والمجمدةفقد تم عزل البكتيريا Staphylococcus aureus& Salmonella sp heidelberg والفطرة Pullularia pullulans & Aureobasidium pullulans &Phoma & sp. &Aleurisma carnis. كما عزلت العديد من البكتيريا والفطريات من التوابل والسكريات والمربى والعصيرات (الرجب والقزاز، ١٩٨٢م)، (Ayres et al . 1980).

وامتدت جرائم الإنسان البيئية من تلويث المصادر المائية والغذائية إلى تلوث خطير داخل سكنه الخاص، فقد أمكن في الوقت الراهن عزل العديد من الملوثات الميكروبية من أماكن مختلفة من المنزل مثل المطبخ والحمامات وغرف النوم وغرف الجلوس والتي ثبت أنها ذات أضرار صحية خطيرة على صحة الإنسان والإصحاح البيئي، ومنها أمراض الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي وفي مقدمتها أمراض الربو والحساسية وحمى الهواء الرطب والمرض البكتيري وحمى بونتياك والذي تسببه البكتيريا Legionella peneumophilia ومرض السل الرئوي والذي تسببه البكتيريا Mycobacterium tuberculosis (الطيب وجرار، ٢٠٠٣م).

ونتيجة للممارسات الخاطئة وغير المشروعة للإنسان تجاه الإنسانية والبيئة فقد امتدت جرائمه أيضا لتشمل الإنسان، حيث توجد في الوقت الراهن العديد من الكائنات الحية الدقيقة ذات الأضرار الصحية الخطيرة للإنسان ومنها على سبيل المثال الأمراض الجنسية (Sexual diseases) وفي مقدمتها مرض السيلان (Gonorrhea) والذي تسببه البكتيريا Neisseria gonorrhoeae ومرض الزهري (Syphilis) ويحدث نتيجة العدوى ببكتيريا Treponema pallidum ومرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز) Human immuno deficiency virus (HTV).

كما يعد التلوث الفيروسي والفطري للإنسان صورة واضحة من صور جرائم البيئة التي ارتكبها ضد الإنسانية، حيث توجد في الوقت الراهن العديد من الفيروسات والفطريات ذات الأضرار الصحية الخطيرة على صحة الإنسان، ومنها على سبيل المثال فيروس الإنفلونزا ونظير فيروس الإنفلونزا (Parainfluenza) والذي يسبب أمراضاً في الجهاز التنفسي. والفيروسات الربدية مثل داء الكلب والفيروسات المعوية (Enteroviruses) التي تسبب شلل الأطفال والالتهاب السحائي والفيروسات الأنفية التي تسبب نزلات البرد للإنسان وفيروسات ألفا التي تسبب التهاب المخ والفيروسات الرئوية التي تسبب إسهالا للأطفال الرضع والفيروسات الغدية التي تسبب التهاب الحلق وملتحمة العين وفيروس الجدري (Smollpox) وفيروس الحصبة وفيروس النكاف.

فعلى سبيل المثال فإن شلل الأطفال (Poliomyelitis) يتسبب بواسطة الفيروس السنجابي في الالتهاب السنجابي النخاعي وقد تصل العدوى عن طريق الجهاز التنفسي أو عن طريق طعام ملوث أو تلوث مياه الشرب بفضلات مرض شلل الأطفال. كما تعد فيروسات التهاب الكبد (Hepatitis

viruses) من أهم الفيروسات المسببة لالتهاب الكبد ومنها فيروس التهاب الكبد (أ) وفيروس التهاب الكبد (ب) ويحدث عن تلوث مياه الشرب والطعام بمياه المجاري وعند تلوث الطعام والشراب في الأماكن العامة والمطاعم ينتشر بكثرة عند الأشخاص المدخنين للمخدرات والمسكرات، وبالمقابل فإن هناك العديد من الفطريات التي تسبب للإنسان العديد من الأمراض الخطيرة مثل الفطريات الخارجية (Superficial fungi) ومنها فطرة البشروية والبويضاء والشعروية. وتعد الفطريات الجلدية والتي تسبب العديد من الأمراض الجلدية للإنسان مثل مرض سعفة القدم (Tinea pedis) وسعفة الجسد (Tinea corporis) وسعفة الرأس (Tinea capitis) من أكثر الأمراض الجلدية شيوعا عند الإنسان. وتوجد أيضا الفطريات تحت الجلدية (Subcutanious fungi) التي توجد في التربة الملوثة والنباتات ومنها فطر الشعرعة المبوغة (Sporothrix) والذي يسبب داء الشعريات المبوغة (Sporotichosis) بالإضافة إلى السابق توجد الفطريات الجهازية (Systemic fungi) والتي تسبب أمراض في الأجهزة الداخلية لجسم الإنسان مثل الفطريات الكروانية (Coccidioides) والتي تسبب داء الفطار الكرواني (Coccidiomy cosis). وأيضا الفطريات الانتهازية (Opportunitic fungi) ومن أهمها فطرة Candida albicans والتي يطلق عليها المبيضات البيضاء حيث تسبب للإنسان العديد من الأمراض المختلفة ومنها داء المبيضات (Candidiasis) والذي يحدث نتيجة لإدمان المخدرات وخصوصا التي تحقن بالوريد واستخدام المضادات الحيوية لفترة طويلة والضعف العام وداء السكري، ويصيب الفم والذي يعرف باسم السملاق (Trush)، كما يصيب الأعضاء التناسلية للمرأة ويصيب أيضا الجلد والأظافر والرئتين. ومن الفطريات الانتهازية فطر .Aspergillus sp والذي يسبب داء الرشاشيات

والذي استخدمه الإنسان في الوقت كسلاح دمار بيولوجي شامل (عمر، ١٩٨٦م).

ومن الملوثات الميكروبية الأخرى للبيئة المايكوبلازما (Mycoplasma) والتي تسبب للإنسان العديد من الأمراض ومن أهمها M. pneumoniaوالتي تم عزلها من مختلف التجهيزات الطبية ومن الجهاز التنفسي والحنجرة والجهاز التناسلي. وتوجد أيضا الركتسيا (Rickettsia) والتي تنتقل إلى الإنسان بواسطة الحشرات والبراغيث والقمل ومنها التيفوس الوبائي وينتقل بواسطة القمل وتسببه R. prowazeki والحمى الخندقية (Trench fever) وتسببه R. quintana، بالإضافة إلى السابق فإن مرض اللمف الجيبي الجنسي (LGV) وهو مرض جنسي يظهر فيه بثور على الأعضاء التناسلية تؤدي إلى تقرحات رمادية اللون ويظهر ذلك في الذكور والإناث (المشنى، ١٩٩٠م).

وعليه فإن تلك المسببات المرضية لمختلف الكائنات الحية الدقيقة ليست سوى جريمة من جرائم الإنسان ضد الإنسانية والبيئة حيث تسهم بدرجة كبيرة في إلحاق الدمار والهلاك للإنسانية، وقد أسهم فيها الإنسان بشكل مباشر نتيجة للممارسات الخاطئة بالإضافة إلى عدم الاهتمام بالإصحاح البيئي مما يوفر الظروف الملائمة والمناسبة لانتشار وتكاثر الكائنات الحية الدقيقة.

وعندما أدرك الإنسان خطورة الكائنات الحية الدقيقة ودورها في حدوث التلوث الميكروبي سعى إلى الاستفادة منها في الحد من ذلك التلوث الخطير، حيث تم استخدامها بنجاح في التقنية الحيوية الطبية ومنها الفطريات وذلك في إنتاج المضادات الحيوية وبعض المنتجات الطبية النافعة ومضادات

السرطان وعوامل المضادات الفيروسية والمنظمات المناعية والأرجوت القلويدي والسموم الفطرية، بالإضافة إلى التحولات الفطرية للأستيرويدات والمركبات الصيدلانية النشطة والتطبيقات الطبية للإنزيمات الفطرية والتنوعات الطبية للاستخدامات الفطرية ومن ذلك على سبيل المثال المركبات المحللة والنقية والمنتجة بواسطة الفطرة .Aspergillus sp وأنواع من الخمائر استخدمت كبديل لبلازما الدم، كما أن التسجيل الحديث أيضا أوضح استخدام الغزل الفطري كمضمد للجروح ومواد الخيوط يمكن إنتاجها من الغزل الفطري وتعامل الكحول ثم بعد ذلك توضع على الجروح لتبقيها رطبة تساعد في الشفاء، ويمكن أيضا استخدام الخمائر لإنتاج كميات صغيرة من مركب (Selenomethionine) والذي يستخدم في الفحص الإشعاعي للبنكرياس (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

ونتيجة للثورة الصناعية وحاجة الإنسان المستمرة إلى الرفاهية ودخول العناصر المعدنية الثقيلة في العديد من الصناعات المختلفة بالإضافة إلى تكرير النفط وصهر المعادن فإن البيئة تلوثت بالعديد من العناصر المعدنية الثقيلة السامة وقد أدى ذلك إلى تشجيع الكائنات الحية الدقيقة للقيام بالعديد من التحولات المعدنية (Mineral transformation) مما أدى إلى حدوث تلوث معدني، حيث تستطيع العديد من الكائنات الحية الدقيقة القيام بتلك التحولات عن طريق الآتي:

١ ـ المعدنة (Mineralization).

٢ ـ التمثيل (Assimilation).

٣ ـ تغيير جهد الأكسدة والاختزال.

٤ ـ إفراز بعض الأحماض العضوية.

٥ ـ الميثلة (Meythelation) بطرق إنزيمية وغير إنزيمية .

٦ ـ الامتصاص الحيوي (Biosorption) .

بالإضافة إلى العديد من العمليات الأخرى والتي تؤدي في النهاية إلى إطلاق العناصر المعدنية إلى البيئة وعناصرها المختلفة، وقد أدرك الإنسان خطورة هذا التلوث الميكروبي فسعى إلى الحد منه عن طريق العمل على وضع الأسس التشريعية للأنظمة البيئية وبما يحقق سلامة الإنسان ورفاهيته والحفاظ على البيئة (ابن صادق، ١٤٢٢هـ) .

## ٥ .٣ الكائنات الحيّة الدقيقة والحد من جرائم البيئة

امتدت جرائم البيئة لتشمل جميع مرافق الحياة كما أنها تركت خلفها العديد من الملوثات التي لم يستطع الإنسان التعامل معها للحد من أضرارها الخطيرة. ومن هنا فقد أوجد الله عزّ وجلّ نظاماً بيئياً متكاملاً تشترك فيه جميع عناصر البيئة ومنها الكائنات الحية الدقيقة والتي أسهمت بدور فعال في الحد من جرائم البيئة ومواجهتها .

وكشفت الدراسات والأبحاث القديمة والحديثة في مجال الكائنات الحية الدقيقة أن لها العديد من الفوائد لصالح الكائنات الحية الراقية وللنظام البيئي فقد تم استخدامها بنجاح في المجالات الزراعية والطبية والغذائية والكيميائية بالإضافة إلى مجالات التقنية الحيوية (Biotechnology) المختلفة مثل التعدين وإزالة التلوث النفطي ومشتقاته ومعالجة النفايات والمخلفات والتخلص من الأضرار الخطيرة للأشعة والمركبات السامة والكشف عن التلوث البيئي(Environmental Pollution) .

وفي مجال استثمار الكائنات الحية الدقيقة والتطبيق العملي فإن علم البكتيريا (Bacteriology) يعد من أهم العلوم التي واكبت حياة الإنسان منذ القدم حيت أمكن الاستفادة من البكتيريا في مختلف المجالات الزراعية والطبية والصناعية والغذائية والزراعية بالإضافة إلى السموم والإنزيمات فعلى سبيل المثال أمكن الاستفادة من بعض الأجناس البكتيرية لإنتاج المضادات الحيوية (Antibiotics) ومنها الجنس.Streptomyces sp. -Bacillus SP كما أمكن إنتاج العديد من الإنزيمات بواسطة النشاط البكتيري، ومن تلك الإنزيمات إنزيم (Amylase) وتنتجه البكتيريا Bacillus subtilis، وإنزيم (Pectinase) وتفرزه البكتيريا Bacillus polymyxa، وإنزيم (Celullase) وتفرزه البكتيريا Clostridium thermocellum بالإضافة إلى إنزيم (Peptidase) وتفرزه البكتيريا Bacillus megaterium، وإنزيم (lipase) وتفرزه البكتيريا Clostridium welchii.

وفي مجال الصناعات الدوائية فإن للبكتيريا دوراً بارزاً في ذلك حيث أمكن إنتاج الكحول بواسطة بكتيريا حمض الخليك كما استخدمت البكتيريا Clostridium sp. لإنتاج المذيبات العضوية مثل الأسيتون والبيوتانول بالإضافة إلى إنتاج حمض البيوتريك والجليسرول وحمض الجلوكونيك من البكتيريا Acetobacter suboxydans والحمض الأميني لايسين من البكتيريا Brevibacterium glutamicum، وإنتاج حمض الأسبارتيك من الجنس Bacillus sp.، كما أمكن إنتاج العديد من اللقاحات والأمصال والفيتامينات والاستيرويدات بواسطة النشاط البكتيري (النخال، ١٩٨٧م). وتلك الكائنات الحية الدقيقة أمكن عزلها من أماكن مختلفة من دول الخليج العربي ويمكن في هذا الصدد استثمارها بشكل جيد نظرا لتوفر الظروف البيئية الملائمة بالإضافة إلى رأس المال، لذا فإن الدراسات البحثية

في الجامعات الخليجية لابد وأن تشمل إمكانية إنتاج الإنزيمات والمضادات الحيوية بالإضافة إلى الدراسات الخاصة بالجدوى الاقتصادية وإبرازها للمستثمر المحلي والأجنبي، كما يجب الاستفادة من النشاط البكتيري لمعالجة التلوث النفطي ومشتقات النفط المختلفة.

وقد برزت هذه المشكلة بشكل واضح في دول الخليج العربي بعد حربي الخليج الأولى والثانية من جراء سكب كميات كبيرة من النفط في الخليج العربي وقد تأثرت نتيجة لذلك شواطيء الخليج العربي والكائنات الحية البحرية بالإضافة إلى محطات تحلية المياه المالحة والمنتشرة على ضفاف الخليج العربي مما تطلب معه بذل الجهد والوقت والمال للتخلص من تلك المشكلة والتي لا تزال تهدد أمن واستقرار الخليج العربي نتيجة للكوارث الطبيعية وتصادم وتحطم وغرق ناقلات النفط العملاقة بالإضافة إلى تسرب النفط من الآبار ومياه الاتزان التي تطرح في مياه الخليج العربي (ابن صادق، ١٤٢٢هـ).

وقد ساهمت العديد من الأبحاث والدراسات العلمية في الحد من أضرار التلوث النفطي (Petroleum Pollution) حيث أمكن في هذا المجال استخدام العديد من الأجناس البكتيرية في معالجة النفط ومشتقاته ومن تلك الأجناس Acintobacter sp.& Arthrobacter sp. & Bacillus sp. &Methanococcus sp. &Pseudomomanas sp. كما تعتبر التقنية الحيوية في مجال التحفيز الحيوي (Biostimulation)، حيث تم استخراج النفط من بين الصخور المحتبسة بواسطة النشاط البكتيري عن طريق ضخ مواد غذائية لتحفيز النمو البكتيري وبالتالي فصل النفط عن الصخور ذو أهمية خاصة في استخلاص كميات كبيرة من النفط وبأسعار أقل تكلفة من الطرق التقليدية (ابن صادق، ١٤٢٢هـ).

كما أمكن في هذا المجال عزل العديد من الكائنات الحية الدقيقة من التربة الملوثة بالنفط ومشتقاته ذات القدرة على التحليل والهضم الحيوي (Biodegradation) للعديد من مشتقات النفط مثل البارافين والكيروسين والبنزين والديزل بالإضافة إلى زيوت التشحيم الخفيفة والثقيلة (Hashem, 1996; Hashem and Al-Obaid1996, ) .

وفي مجال التحولات الميكروبية لمعادن مخلفات الصرف الصحي فقد أمكن ملاحظة أن هناك العديد من الكائنات الحية الدقيقة ذات القدرة على هضم وتفكيك وتحليل مخلفات الصرف الصحي وتحويلها إلى منتجات أقل ضررا على النظام البيئي مما مكّن من الاستفادة منها في إنتاج الأسمدة والمخصبات الزراعية والغاز الحيوي (Biogas) بالإضافة إلى أنه أثناء معالجة مخلفات الصرف الصحي يمكن إنتاج البروتين الميكروبي (Single Cell Protein) . وتمت الاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة في إزالة العناصر المعدنية الثقيلة والحصول على ماء خال من تلك العناصر المعدنية السامة من مخلفات الصرف الصحي كما تجب الإشارة إلى أن الحمأة المنشطة (Activated Sludge) في الوقت الحالي ذات أهمية خاصة لهضم وتحلل مخلفات الصرف الصحي بالإضافة إلى أنها ذات مردود اقتصادي جيد (ابن صادق، ١٤٢٠هـ) .

كما أمكن الاستفادة من البكتيريا في العديد من الصناعات الغذائية وبالذات في إنتاج الألبان ومشتقاتها وفي مزارع الدواجن والأبقار وفي صناعة العصائر وفي تسميد التربة الزراعية وفي المقاومة البيولوجية (Biological Control) .

ففي مجال الحليب ومنتجاته ومنها على سبيل المثال ميكروبيولوجيا البادئات (Microbiology of Starter Culture) فإنه منذ القدم أمكن حفظ

الغذاء بواسطة التخمر ومن أكثر الأمثلة على ذلك تخمر حمض اللبن والذي يستخدم في تصنيع منتجات الحليب المتخمرة مثل الجبن والألبان المتخمرة واللبن الخض المتخمر والقشدة المتخمرة والزبدة المتخمرة وتحدث تلك التخمرات في وجود العديد من الكائنات الحية الدقيقة ومنها البكتيريا والتي يطلق عليها البادئات ومنها بكتيريا حمض اللبن ومنها الجنس Lactobacillus sp. & Leuconostoc sp. & Streptococcus sp . والتي تستخدم على نطاق واسع في صناعة الألبان كما يستخدم الجنس Streptococcus sp . على نطاق واسع في صناعة الأجبان، بالإضافة إلى السابق فإن البكتيريا Streptococcus faecium تستخدم لصناعة جبن التشدر والبكتيريا Brevibacterium linens كبادئات لصناعة جبن البريك واللمبرجر والبكتيريا Bifidobacterium bifidium لصناعة اللبن المتخمر البيوغرت (Bioghurt) وهو يستخدم في الأغراض العلاجية وقد أمكن تحضير بادئات سائلة وصلبة ومجمدة ومجففة كما أن هناك بادئات محبة للحرارة العالية وأخرى محبة للحرارة المتوسطة والبادئات الخليطة وهي متعددة الاستعمال (المهيزع وآخرون، ١٤١٨هـ).

وفي مجال استخدام الكائنات الحية الدقيقة وبالذات في مجال التعدين (Mining) فقد لوحظ قدرة أجناس وأنواع مختلفة من البكتريا ذات القدرة على القيام بالعديد من التحولات المعدنية (Mineral Transformation) عن طريق العديد من العمليات الحيوية المختلفة والتي منها المعدنة (Mineralization) والثبوت (Mobilization) والذوبان (Solubilization) والتطاير (Volatilization) والميثلة (Methylation)، بالإضافة إلى عملية تغيير جهد الأكسدة والاختزال (Oxidation and Reduction).

وقد أمكن من خلال تلك العمليات الكشف بنجاح عن الخامات المعدنية وتستخدم في الوقت الحالي بعض الأنواع البكتيرية للكشف عن

خام الذهب في مناجم الذهب بالمملكة العربية السعودية وقد أمكن ملاحظة دور البكتيريا Beggiatoa sp . في أكسدة كبريتيد الهيدروجين ($H_2S$) وترسيب الكبريت كما أن البكتيريا Thiobacillus ferrooxidans تعد المسؤولة بالدرجة الأولى عن إنتاج الحديد من خام الكبريتيد بالطرق الحيوية . ويستطيع الجنس Metallogenium sp النمو واستخلاص الطاقة من أكسدة أملاح الحديديك بالإضافة إلى السابق توجد البكتريا التي تستطيع ترسيب الحديد على جدارها الخارجي ومنها النوع Sphaerotilus naetans والبكتيريا المؤكسدة للحديد وأيضا المحبة للحموضة المنخفضة مثل البكتيريا Sulfobacillus sp وفي المجال التعديني لعنصر النحاس (Copper) فإن هناك العديد من الكائنات الحية الدقيقة وفي مقدمتها البكتيريا Thiobacillus ferrooxidans تستطيع أكسدة الكبريتيد أو أيونات الحديدوز في بعض الخامات المعدنية عن طريق إنتاج حمض الكبريتيك وهذا يؤدى إلى إذابة النحاس بطريقة غير أنزيمية كما تستطيع أيضا القيام بتلك العملية بطريقة إنزيمية . وفي مجال معدنة عنصر الخارصين لوحظ أن لبكتيريا العقد الجذرية Rhizobium sp قدرة على تمثيل ومعدنة عنصر الخارصين وتستطيع البكتيريا Bacillus subtilis أن تفرز إنزيم (Aldolase) وهو من ضمن الإنزيمات اللازمة للنشاط الحيوي والتي يطلق عليها (Zinc-metalloenzymes) . أيضا تمت دراسة المعدنة الميكروبية لعنصر المنجنيز حيث لوحظ أن هناك العديد من الكائنات الحية الدقيقة النشطة في مجال أكسدة مركبات المنجنيز وبالذات البكتيريا Arthrobacetr sp. & Clostridium sp. & Pseudomomnas sp. (ابن صادق، ١٤٢٢هـ) .

وفي مجال ميكروبولوجيا التعدين فقد أمكن استخدام البكتيريا Thiobacillus sthiooxidan في استخلاص هذا العنصر من العديد من الخامات والمركبات المعدنية كما وجد أن البكتيريا Bacillus manganicus لها

القدرة أيضا على استخلاص عنصر المنجنيز من الخامات المعدنية وفي مجال معدنة وتمثيل عنصر النيكل فقد وجد أن البكتيريا Bacillus firmus ذات قدرة على القيام بتلك العلميات وتستطيع البكتيريا Clostridium thermoaceticum ترسيب عنصر الكادميوم على جدارها الخلوي وتستطيع البكتيريا Staphylococcus aureus معدنة عنصر الرصاص كما تستطيع البكتيريا Alcaligenes eutophus تمثيل عنصر الكوبالت وللعديد من البكتيريا القدرة على أكسدة عنصر الزرنيخ وإحداث عملية الميثلة (Methylation) ومنها النوع Arthrobacter arsenoxydans-tres & Bacillus arsenoxydans كما أن البكتيريا E.coli ذات قدرة على إنتاج ميثيل الزئبق من كلوريد الزئبق ذي الأهمية الخاصة في التعدين الميكروبي.

وأمكن الاستفادة من النشاط البكتيري في مجال عمليات التعدين لعنصر اليورانيوم بواسطة البكتيريا Pseudomonas sp. & Thiobacillus SP. ferrooxidans كما تستطيع البكتيريا.Corynebactrium sp معدنة عنصر السيلينيوم (ابن صادق، ١٤٢٢هـ)، (Ehrlich, 1981) وتلك العمليات التعدينية المختلفة بواسطة النشاط الميكروبي تسهم بدرجة كبيرة في الحفاظ على البيئة بالإضافة إلى كونها مصادر استثمارية جديدة يمكن الاستفادة منها في دول الخليج العربي خصوصا وأن التقنيات الحديثة في مجال التعدين الميكروبي أسهمت بشكل فعال في خفض التكاليف والوقت والجهد استنادا إلى الطريقة التقليدية.

وقد أمكن الاستفادة من الفطريات في أماكن مختلفة من العالم نتيجة للتطور التقني والذي أحدث العديد من الثورات التقنية بحيث تعتبر الفطريات في الوقت الحالي مصدراً جيداً لمختلف أوجه الاقتصاد البشري بالإضافة إلى كونها ذات أهمية خاصة في الحد من التدهور والحفاظ على

التوازن البيئي من خلال خصوبة التربة وتحليل المخلفات والنفايات العضوية والقيام بالتحولات المعدنية المختلفة وإنتاج المضادات الحيوية والأحماض العضوية والإنزيمات والسموم والقيام بالتخمرات المختلفة اللازمة في التصنيع الغذائي والطبي بالإضافة إلى دورها الفعال في تحليل وهضم وتفكيك النفط ومشتقاته والحد من التلوث البيئي ومعالجة مخلفات الصرف الصحي وتنقية الماء والسوائل من أضرار المواد المشعة مثل عنصر الثوريوم واليورانيوم الخطرة وإتاحة الفرصة للنباتات للنمو في البيئات المحتوية على تراكيز عالية من العناصر المعدنية السامة مثل النحاس والخارصين والرصاص والكوبالت والنيكل والكادميوم والسلينيوم بالإضافة إلى دورها الهام في صناعة الأجبان وإنتاج البروتين الميكروبي أحادي الخلية والتي تؤهلها في الوقت الحالي لدور بارز في دول الخليج العربي نظرا لانتشارها حيث تم تسجيل معظم الأنواع والأجناس المنتشرة في أماكن مختلفة من العالم أيضا في جميع دول الخليج العربي (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

وللفطريات كما أسلفنا دور مميز في حياة الإنسان حيث أن لها أهمية كبرى في التقنية الحيوية وعليه فإن التطبيق العملي للنشاط الفطري يسيطر في الوقت الحالي على التقنية الحيوية فقد تم استخدام الفطريات والخمائر والأعفان في إنتاج نكهات للأطعمة بالإضافة إلى الأحماض العضوية وخميرة الطعام وإنتاج تحسين نكهات الجبن كما أن عيش الغراب يعتبر من أهم المنتجات الفطرية حيث يتم استغلاله كطعام كما أنه ذو مردود اقتصادي جيد أما الجديد في الكيمياء الصيدلية فهو استخراج المضادات السرطانية من بعض الأعفان كما تم استخدام الفطريات والخمائر في تحوير بعض المركبات الطبية الهامة مثل الكورتيزون والتي شجعت في تكثيف تجارب الهندسة الوراثية الفطرية مما نتج عنه استخدام الفطريات في الزراعة والمقاومة

الحيوية ومعالجة المخلفات الصناعية الخطرة مثل مشتقات النفط المختلفة والسيانيد والمبيدات الكيميائية المختلفة بالإضافة إلى الاستخدام الصناعي للفطريات في مجال إذابة الفحم ولجننة الورق وتعتبر الهندسة الوراثية للخمائر في الوقت الحالي ذات أثر بارز للقضاء على العديد من الأمراض الخطيرة عن طريق إنتاج عوامل طبيعية مضادة مثل أنتروفيرون كما أمكن استخدام صبغيات الخمائر في الخريطة الجينية للبشرية (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

ومن أهم المميزات الوظيفية للفطريات قدرتها على هضم المخلفات الحيوانية والنباتية وهذه العمليات تعتبر ذات أهمية خاصة في دورات العناصر المعدنية في الطبيعة حيث تستطيع الفطريات إفراز العديد من الإنزيمات المختلفة لهضم السليلوز واللجنين بالإضافة إلى العديد من البوليمرات البسيطة والمعقدة ومن أكثر الفطريات المحللة للسليلوز الفطرة Fusarium sp. & Trichoderma sp. والمحللة للجنين الفطرة Phanerochaete chrysosporium.

ونتيجة للنشاط الفطري في مجال تحلل اللجنين فقد أمكن إيجاد تطبيق نظامي أطلق عليه اللجنة الميكروبية (Microbial Delegination) وهذه تطبق على أساس إنتاج اللب الورقي للورق وهو تقدم جيد تم إحرازه لخفض الطاقة اللازمة لآلية اللب بواسطة إعادة معالجة رقائق الورق عن طريق النشاط الفطري للفطريات المحللة للجنين بالإضافة إلى السابق فإن التبييض اللبي الميكروبي للورق (Microbial Bleaching of Pulps) قلل بدرجة كبيرة من الطاقة والمواد الكيميائية المضافة كما حسّن من بياض الإضافات الأساسية للنوعية العالية من الورق كما أن تحوّل اللجنين إلى مواد كيميائية يستفاد منها أسهم بدرجة كبيرة في الحد من النفايات النباتية وقلل من التلوث البيئي (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

ومن أكثر التطبيقات العملية للتقنية الحيوية ما يتم استخراجه من مضادات حيوية وإنزيمات وسموم فطرية من أجناس الفطرة Aspergillus sp. وعلى وجه الخصوص فإن الفطرة A. flavus ذات أهمية خاصة لإنتاج حمض الليمون والجلوكونيك كما أن الفطرة A. wentti تستخدم في اليابان على نطاق واسع لإنتاج الغذاء المخمر كما أن أنواع الفطرة Penicillium sp . واسعة الانتشار على نطاق واسع وهي ذات أهمية خاصة لإنتاج المضاد الحيوي البنسيلين (Penicillin) وتنتج الأحماض العضوية ونكهات الجبن مثل جبن ريكفورت المشهور وتستخدم أنواع الفطرة Trichoderma sp . لإنتاج إنزيمات السلسيوز وتلعب الخمائر (Yeast) أدوارا هامة في التطبيقات الصناعية والجدول رقم (٦) يوضّح ذلك أهم الجوانب التطبيقية لذلك .

**الجدول رقم (٦) التطبيقات الصناعية للخمائر**

| الخميرة | الاستخدام |
| --- | --- |
| Saccharomyces cerevisiae | التخمير، الخبز، إنتاج الكحولات، وقود |
| Saccharomyces uvarum | التخمير، الخبز |
| Rhodotorula SP. | في إنتاج الكاروتين |
| Yarrowia lipolytica | في إنتاج حمض الليمون |
| saccharomycopsis SP. | في إنتاج حمض الجلوكونيك |
| Torulopsis bombicola | في إنتاج الببتيدات الجليكولية |
| Candida,& Cryptococcus | في إنتاج البروتين الميكروبي أحادي الخلية |

(المصدر: ابن صادق، ١٤٢٥هـ)

وتعد تقنية التخمر من أهم التقنيات الحديثة في مجال التقنية الحيوية الفطرية حيث أمكن من خلالها الاستفادة من النفايات والحد من التلوث البيئي فقد تم استخدام العديد من المفاعلات الحيوية (Bioreacter) في تقنية التخمير وبذلك أمكن إنتاج العديد من المواد الكيميائية الحيوية ومنها الأحماض العضوية والجدول رقم (٧) يوضّح أهم الأحماض العضوية المنتجة بواسطة الخمائر.

وتعتبر الكحولات ومنها كحول الإيثانول ذو أهمية خاصة في العديد من الصناعات الطبية والعطرية وتلعب الفطريات والخمائر دور مهم في ذلك والجدول رقم (٨) يوضّح ذلك.

**الجدول رقم (٧) الأحماض العضوية المنتجة بواسطة الخمائر**

| الخميرة | الحمض | النسبة المئوية للمحصول |
|---|---|---|
| Candida guilliermondi | الليمون | ١٤٠ |
| Candida lipolytica | الليمون | ١٤٠ |
| Candia oleophila | الليمون | ٦٥ |
| Aureobasidium pullulans | الجلوكوينك | ٨٤ |
| Candida sp | أيتاكونيك. | ٣٥ |

(المصدر: ابن صادق، ١٤٢٥هـ)

**الجدول رقم (٨) إنتاج الإيثانول من بعض الخمائر**

| الخميرة | المادة التي تنمو عليها | المحصول |
|---|---|---|
| Saccharomycees Cerevisiae | دبس قصب السكر | ٦٩٪ |
| Candida tropicalis | هيميسليلوز | ١٤,٣٪ |
| Kluyveromyces | شراب القصب | ٤٤٪ |
| Pachssolen tannophilus | سكر الخشب | ١٣,٥٪ |

(المصدر: ابن صادق، ١٤٢٥هـ)

تستخدم السكريات العديدة (Polysaccharides) في التحضيرات الطبية وفي مصانع الأغذية في إنتاج مثبتات ومنتجات الأغذية والتي يطلق عليها الجل (Gel) ومن أكثر السكريات العديدة استخداما سكر Scleroglucan وسكر Pullulan وتنتجهما الفطرة Sclerotium roflsii والفطرة Aureobasidium pullulans وهما من أهم المنتجات في الميزان التصنيعي .

وعند النظر إلى تلك الفطريات والخمائر بالإضافة إلى المواد الغذائية التي تنمو عليها نجد أن معظمها متوفر بدرجة جيده في معظم دول الخليج العربي كما تتوفر مصادر التمور المختلفة والفواكه والخضراوات والغاز الطبيعي والتي تعتبر بيئات ملائمة للنمو الميكروبي وبالتالي أمكانية إنتاج البروتين الميكروبي أحادي الخلية والغاز الحيوي والإنزيمات والأحماض الحيوية والمضادات الحيوية والكحولات بمختلف أنواعها .

بالإضافة إلى السابق فإنه تم بنجاح استخدام العديد من الإنزيمات المختلفة مثل إنزيم (Amylase) الذي يستخدم على نطاق واسع في عمليات التخمر لتحويل المواد النشوية إلى سكر قبل تخمر الكحول ويستخدم أيضا لضبط رقة النشا ولإنتاج البيرة ذات السعرات الحرارية القليلة وتم عزل العديد من الإنزيمات من المخلفات الصناعية مثل إنزيم (Protease) و(Gluconase) والداخلان في إنتاج حمض الليمون وينتجان من الفطرة A. niger كما أن إنزيم (Lipase) يساعد على إزالة الصبغات من الأقمشة تحت درجات حرارة منخفضة ودون الحاجة إلى إضافة مذيبات والذي تم تطويره صناعيا على هيئة بودرة غسيل يابانية أطلق عليه اسم (Hi-Top Lipolse) وتم معالجة إزالة الشعر من الجلود بواسطة النشاط الإنزيمي للفطرة Aspergillus oryzae حيث تم الاستغناء عن الطرق التقليدية والتي يضاف فيها كبريتات الجير الملوثة للمصادر المائية . كما لوحظ قدرة الفطريات والخمائر على إنتاج الزيوت والأحماض الأمينية والفيتامينات والجبريللنات من العديد من المصادر

الغذائية ومن النفايات ومخلفات المصانع كما أسهمت تلك الكائنات الحية الدقيقة بدور فعال في التقنية الحيوية الطبية عن طريق إنتاج المضادات الحيوية والمنتجات الطبية المختلفة فقد أمكن بنجاح تحضير العديد من المضادات الحيوية على المستوى التجاري مما قلل من الأضرار الناتجة عن الأمراض الخطيرة والتي كان من الصعوبة معالجتها في السابق ومن أكثر المضادات الحيوية ذات المصدر الفطري المضاد الحيوي (Penicillin) و(Cephalosporin) و(Fusidic acid) وهذه مضادات بكتيرية بالإضافة إلى السابق فإن هناك العديد من المضادات الحيوية التي تنتج بواسطة الفطريات ومنها المضاد الفطري (Opsporine) و(Pecilocin) و(Fumagillin) و(Siccanin) والمضادات الفيروسية السرطانية التي تنتجها الفطريات يطلق عليها السموم الفطرية (Mycotoxins) ومنها على سبيل المثال (Aflatoxin B1) والذي تفرزه الفطرة A. flavus و(Sterigmatocystins) وتفرزه الفطرة A. fersicolor و(Anguidine) وتفرزه الفطرة Fusarium sp . كما أمكن إنتاج المضاد الفطري (Cyclosporin) والذي تم استخدامه بنجاح في عمليات زراعة الأعضاء والمضاد المقاوم للاقمات البكتيريا (Gliotoxin) والذي تنتجه الفطرة . A. fumagatus وتستخدم تلك المضادات المرضية على نطاق واسع في الطب (ابن صادق، ١٤٢٥هـ).

ومن ضمن الاستخدامات الحديثة للفطريات في الوقت الحالي والتي تختلف تماما عن الطرق التقليدية وقد أسهمت التقنية الحيوية في هذا المجال بدور بارز لتلبية المتطلبات الصناعية والغذائية والطبية والزراعية فقد استخدمت الفطريات في مصانع النفايات النباتية وبالذات تحويل اللجنين والسليلوز إلى أعلاف للحيوانات وفي صناعة لب الورق وتبييضه وفي المنتجات الفطرية الكيميائية وفي تليين وتجهيز الفحم بواسطة الخميرة

Candida sp . وفي مجال إنتاج الغاز السائل من هضم اللجنين والسليلوز فقد أمكن الاستفادة من النشاط الفطري بواسطة الفطرة Curvularia sp . كما استخدمت الفطريات لإزالة الشموع والبرافين عن طريق نشاط الخميرة Saccharomyces servisiae وفي مجال التقنية الحيوية المعدنية (Mineral Biotechnology) فإن للفطريات دوراً هاماً لإزالة التلوث المعدني (Mineral Pollution) وفي تصفية وتنقية المعادن ومنها الفطرة Aspergillus sp . وتستطيع الفطرة Penicillium sp . تبييض حوالي (٧٪) من النيكل الموجود في خام السليكات وتستخدم الفطرة . A. niger في استخلاص الألمنيوم وفي تصفية المنجنيز من محطات القوى النووية (ابن صادق، ١٤٢٥هـ) .

وعموما فإن للكائنات الحية الدقيقة العديد من الاستثمارات الاقتصادية بالإضافة إلى دورها في الحفاظ على النظام البيئي ولكن تحتاج في الوقت الحالي في دول الخليج العربي إلى المزيد من التخطيط والإدارة والتأهيل والاقتصاد البيئي خصوصا وأن الظروف متاحة في دول المنطقة .

## ٥ . ٤ التلوث النفطي

توجد في الوقت الحالي عديد من المشكلات البيئية المصاحبة للتلوث النفطي للتربة والتي تؤثر في صحة الإنسان وجودة البيئة . والمعالجة البيولوجية للتلوث النفطي عبارة عن تقنية حيوية يمكن من خلالها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة هضم النفط ومشتقاته الهيدروكربونية وتحويله إلى ثاني أكسيد الكربون والماء بالإضافة إلى المادة العضوية مما يؤدي إلى تحسين خواص التربة الملوثة .

وقد اتضحت هذه المشكلة خلال حربي الخليج الأولى والثانية والتي

نتج عنهما تلوث الشواطيء الشرقية للمملكة العربية السعودية والكويت بالنفط، بالإضافة إلى السابق فإن التربة تتلوث بالنفط عن طريق التسرب النفطي أو بواسطة الحماة النفطية المتخلفة عن عمليات شركة أرامكو السعودية وسابيك والهيئة الملكية للجبيل وينبع.

وهذا يتطلب في الوقت الحالي من وزارة البترول والثروة المعدنية ومصلحة الأرصاد وحماية البيئة ضرورة التأكيد على الحفاظ على البيئة والعمل على إنشاء المراكز الخاصة بالدراسات البحثية للتقليل من هذا التلوث البيئي (Hashem, 2004).

وكشفت العديد من الدراسات والأبحاث النتائج الخطيرة من جراء التلوث النفطي في أماكن مختلفة من العالم وفي منطقة الخليج العربي على وجه الخصوص بعد حربي الخليج الأولى والثانية والتي نتج عنها سكب كميات هائلة من النفط على الخليج العربي مما نتج عنه تلوث الشواطيء بالنفط بالإضافة إلى نفوق العديد من الكائنات البحرية وهجرة الطيور. وتأثرت لذلك محطات تحلية المياه المالحة التي تقع على ضفاف الخليج وقد برزت الحاجة إلى إيجاد الوسائل الكفيلة للحد من ذلك التلوث الخطير حيث توجد في الوقت الحالي العديد من طرق المعالجة الحيوية والفيزيائية والكيميائية والميكانيكية للتخلص من الأضرار البيئية والصحية والاقتصادية الناتجة من التلوث النفطي ومشتقاته المختلفة ومنها الاستصلاح الحيوي (Bioremediation) والمعالجة الحيوية (Biotreatment) والهضم الحيوي (Biodgradation) والتحفيز الحيوي (Biostimulation) والتأهيل الحيوي (Biorehabilitation) حيث أمكن بنجاح استخدام تلك الطرق للحد من التلوث النفطي وتحويل البحيرات النفطية إلى بيئات صالحة للاستزراع ونمو النباتات المختلفة (ابن صادق، ١٤٢٢هـ).

ونتيجة لزيادة التلوث النفطي وخصوصا بعد حربي الخليج الأولى والثانية فقد قامت العديد من الشركات التجارية والمؤسسات والمعاهد ومراكز الأبحاث العالمية بإجراء العديد من الدراسات التطبيقية تتضمن إيجاد أفضل السبل للتخلص من التلوث النفطي في منطقة الخليج العربي في حين كانت هناك الجهود الفردية المتواضعة من قبل الجامعات الخليجية وبعض المؤسسات البيئية والتي لا ترقى للمستوى المطلوب والمأمول لمثل هذه المشكلة البيئية الخطيرة ومن أهم تلك الدراسات ما يتعلق بسحب النفط المسكوب بواسطة المضخات والأطواق البلاستيكية والبراميل المطاطية أو بواسطة الحواجز السياجية الرأسية ومتغيرة العمق أو بالكنس أو الكشط أو عن طريق تحويل النفط لمادة هلامية تطفو على السطح وطرق التشتيت الكيميائي المختلفة (أبو الذهب، ١٩٩٤م).

ولكن تعد التقنية الحيوية الرائدة في التخلص من التلوث النفطي لأن جميع تلك الطرق السابقة تهدف إلى معالجة التلوث النفطي بعيدا عن مواقع التلوث وبالتالي فإن ذلك يتطلب العديد من الإجراءات الأخرى باهظة الثمن والتي تحتاج إلى المزيد من العمالة والفنيين والإداريين.

وقد كشفت العديد من الأبحاث العلمية التطبيقية استنادا للنظرية البيولوجية لتكوّن النفط قدرة الكائنات الحية الدقيقة على هضم وتحليل وتفكيك النفط والاستفادة منه كمصدر كربوني والحصول على الطاقة والماء لبناء البروتوبلازم الخلوي حيث تم عزل العديد من الكائنات الحية الدقيقة من مخلفات الفحم مثل الفطرة Aspergillus sp.& Trichoderma sp . والبكتيريا Bacillus sp . كما تم ملاحظة أن الفطرة Polyporus versicolor تستطيع النمو على بيئات الآجار المحتوية على قطع من الفحم وعزلت أيضا البكتيريا Thermoplasma acidophilus المحبة للحرارة المرتفعة والحموضة

المنخفضة وتستطيع العديد من الكائنات الحية الدقيقة أكسدة غاز الميثان إلى ثاني أكسيد الكربون وماء ومنها على سبيل المثال البكتيريا Methanococcus sp. وتم التأكد أيضا عن البكتيريا المؤكسدة للنفط ومشتقاته مثل Desulfovibrio desulfricans ومن الشواهد الأخرى أن البكتيريا Pseudomomnas methanica تستطيع أكسدة الإيثان والبروبان والاستفادة منهما في العمليات الأيضية المختلفة وتستطيع البكتيريا .Mycobacterium sp والفطرة Penicillium sp . أكسدة مركبات البرافين والاستفادة منه في بناء البروتوبلازم الخلوي لوحظ أيضا قدرة البكتيريا Methanobacterium thermoantotrophicum على استخدام غاز الميثان بالإضافة إلى تحويل الخلات إلى غاز الميثان في وجود الهيدروجين تم أيضا عزل العديد من الأنواع الميكروبية المميزة في هضم وتحليل النفط وبالذات البكتيريا Acintebacter sp. & Pseudomomnas sp . التي تمتاز بنشاطها الإنزيمي المميّز والتأقلم تحت الظروف البيئية الحقلية المختلفة ومن الأبحاث التطبيقية ما لوحظ من أن البكتيريا Acintobacter sp ذات قدرة على هضم وتحليل النفط بنسبة تصل إلى (٧٠٪) من النفط بعد التحضين لمدة (١٢٠) ساعة في دوارق في جهاز هزاز بالإضافة إلى قدرتها على استخدام النفط كمصدر وحيد للكربون (Hanson, et al . 1997) كما تم أيضا عزل البكتيريا Arthrobacter sp من التربة الملوثة بالنفط في الكويت وتم أيضا دراسة العديد من الكائنات الحية الدقيقة المحللة للنفط ومنها البكتيريا .Bacillus sp والفطرة .Penicillium sp حيث يمكن من خلال تلك الكائنات الحية الدقيقة معالجة التلوث النفطي والحد من مشكلاته البيئية والصحية والاقتصادية المختلفة (Radwan, et al . 1997) .

وتمتاز تقنيات الهضم والمعالجة الحيوية للنفط بقلة التكاليف وسهولة الحصول على الكائنات الحية الدقيقة النشطة في هذا المجال بالإضافة إلى

إمكانية إجراء الدراسات الخاصة بالهندسة الوراثية لانتخاب السلالات الميكروبية مميزة الصفات الوراثية مع إمكانية نقل الكائنات الحية الدقيقة واستخدامها في العديد من المواقع الملوثة بالنفط ومشتقاته وإجراء التجارب تحت الظروف المعملية والحقلية وتتضح أهمية هذه التقنيات في دول الخليج العربي نظرا لتوفر الكائنات الحية الدقيقة وملائمة الظروف البيئية المختلفة بالإضافة إلى إمكانية استصلاح التربة الملوثة بالنفط بعد إضافة المخصبات الزراعية والأسمدة والإمداد التهوية والرطوبة الكافية ثم إعادة زرعها ببعض الأنواع النباتية .

ونتيجة لحوادث التسرب والانفجار النفطي وغرق منصات النفط في منطقة الخليج العربي وخصوصا أثناء احتراق حقل النيروز الإيراني عام (١٩٨٣م) والي أدى إلى تسرب حوالي (٥٠٠٠) برميل من النفط الخام يوميا وما حدث أثناء حرب الخليج الثانية حيث تم إشعال حوالي (٤٧٠) بحيرة نفطية داخل دولة الكويت والتي لوثت حوالي (١٨) مليون مكعب من التربة (ياغي، ٢٠٠٠م) بالإضافة لما يتم تصريفه إلى مياه الخليج العربي من مخلفات صناعية تحتوي على النفط ومشتقاته فإن الحاجة ملحة لإيجاد الحلول للتلوث النفطي المستمر على الرغم من الدراسات والمحاولات المختلفة التي تمت بعد حرب الخليج الثانية من قبل العديد من الباحثين في منطقة الخليج العربي (Sadig, 1991; Radwan, 1991, 1997; Bokhary and Parvez, 1993; Hashem, 1995, 1996; Hashem and Al-Obaid, 1996; Hashem and Al-Harbi, 2000; Sorkhoh et al .1995) غير أنها تحتاج إلى المزيد من الدعم والتشجيع والاهتمام .

وقد تم في هذا المجال عزل العديد من الكائنات الحية الدقيقة من التربة الملوثة بالنفط ومشتقاته في المملكة العربية السعودية (Hashem, 1996 ) ومنها

البكتيريا Arthrobacter sp.& Bacillus sp.& Micrococcus sp. & Pseudomomnas sp. والفطرة Aspergillus sp.& Alternaria sp. & Cladosporium sp. & Curvularia& Penicillium sp. & Trichoderma sp. & Ulocladium sp. حيث أمكن أيضا دراسة قدرتها على تحليل وهضم النفط ومشتقاته المختلفة.

وللتلوث النفطي العديد من الأضرار والمشكلات الصحية والبيئية والاقتصادية ومنها تلوث الشواطيء الصخرية والشعاب المرجانية والأعشاب البحرية بالإضافة إلى تناول الأسماك لكرات النفط الصغيرة وإعاقة للتبادل الغازي ونفوذ أشعة الشمس وإعاقة عمليات التبادل الحراري والأبخرة المائية فقد وجد أن طناً واحداً من النفط المنتشر على سطح الماء بطبقة رقيقة سمكها (١١/ ١) ميكرون تغطي (١٠) كيلومتر مربع و(٥) طن من غسالة ناقلات النفط تشكّل بساط طوله (٧٥) كيلومتر وعرضه (٨٠٠) متر أي أن طبقة النفط الرقيقة تغطي مساحة (٦٠) كيلومتر من سطح البحر (الحنون، ٢٠٠٢م) وقد تم تطبيق المعالجة الحيوية للتلوث النفطي ومشتقاته على نطاق واسع وبنجاح في أماكن مختلفة من العالم (Davis, 1967; Walker, et al., 1975; Bunch and Harland, 1976; Dibble and Bratha, 1979; Knol and Winter, 1989; Molnna and Grubbs1990,)

لوحظ أن العوامل البيئية مثل نوع التربة ودرجة التهوية ونوع النفط ذات أهمية كبري في الهضم النفطي كما أن إضافة بعض العناصر المغذية والأسمدة النيتروجينية والفوسفورية تؤثر بدرجة كبيرة على معدل الهدم للهيدروكربونات بالإضافة إلى درجة الحرارة المرتفعة وهذا يؤيد بدرجة كبيرة نجاح عمليات المعالجة الحيوية في دول الخليج العربي حيث يمكن إضافة الحمأة النشطة إلى التربة الملوثة مع بعض الميكروبات النشطة (Gatellier, et al. 1973; Wodzinsky, 1977; Atlas1988,).

كما تجب الإشارة إلى أن هناك العديد من الاشتراطات والمواصفات الخاصة الواجب إتباعها عند استخدام الكائنات الحية الدقيقة في المعالجة الحيوية للنفط (Alexander, 1999 ) ومنها على سبيل المثال :

١ ـ اختيار السلالات والأنواع ذات الصفات الجيدة والمعدلة وراثيا .

٢ ـ يجب أن تتوفر في الموقع الملوث متطلبات الأيض الميكروبي .

٣ ـ يجب ألا تجلب الكائنات الحية الدقيقة من عمليات المعالجة الحيوية مركبات سامة أو ضارة بالبيئة .

٤ ـ ملاحظة ألا تكون الملوثات النفطية ذات أضرار مثبطة للنمو الميكروبي .

٥ ـ ضرورة توفر العوامل البيئية الملائمة للنمو الميكروبي .

٦ ـ التأكد من أن قيمة المعالجة الحيوية غير مرتفعة وأن تكون أقل من التقنيات الأخرى .

وهناك العديد من المحاولات في دولة الكويت بعد حرب الخليج الثانية لإلقاء الضوء على الآثار المدمرة للتلوث النفطي (Fayed, 1991; El-Baz,1992) بالإضافة إلى البحث التطبيقي لوصف مميزات لبعض الأجناس البكتيرية المحللة للنفط (Sorkhoh, et al . 1995) .

وبالمقابل فقد استطاع (Hashem, 1996 ) عزل العديد من الفطريات من التربة الملوثة بالنفط في المملكة العربية السعودية حيث تمت إعادة اختبار قدرتها على النمو في تراكيز مختلفة من النفط الخام وقد أعطت أوزان عالية من الكتلة الحيوية .

## ٥ . ٥ تقنيات مكافحة السلاح الحيوي

إن من أهم ما يميز النظام البيئي (Ecosystem) الاتزان الدقيق بين مختلف عناصره البيئية لقوله تعالى: ﴿ **إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ** ﴿٤٩﴾ ﴾ (سورة القمر)، كما أن الخالق عزّ وجلّ سخر للإنسانِ جميعَ متطلّباته الضرورية على سطح الأرض لقوله تعالى: ﴿ **وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ** ﴿١٣﴾ ﴾ (سورة الجاثية)، ثم أمره بالاستفادة منها دون الإضرار والإفساد لقوله تعالى: ﴿ ... **وَلا تَعْثَوْا فِي الأَرْضِ مُفْسِدِينَ** ﴿٧٤﴾ ﴾ (سورة الأعراف) ولكن تجّبر الإنسان وطغى وسعى ليفسد في الأرض ويهلك الحرث والنسل. ثم بعد أن أدرك عقوبة الاختلال في التوازن البيئي وظهور العديد من المشكلات البيئية والصحية والاقتصادية سعى لإصلاح تلك الأخطار. ومع ذلك لا يزال يتربص بالبيئة وبالإنسانية حتى توصل إلى أسلحة الدمار الشامل نتيجة لسعيه المتواصل للسيطرة والهيمنة. وفي الوقت الراهن فإن أسلحة الدمار الشامل تعد من المتطلبات الأساسية للحروب الحديثة وتشمل الأسلحة الحيوية والكيميائية والنووية.

ويعد السلاح الحيوي (Biological weapons) في الوقت الراهن من أهم أسلحة الدمار الشامل نظرا لقدرته الفائقة على الانتشار والإصابة وإحداث الدمار والهلاك. كما أن الكائنات الحية الدقيقة (Microorganisms) المستخدمة في هذا السلاح تعتبر سلاحا حيويا فتاكا قادرا على إصابة الإنسان والحيوان والنبات وتمتاز بالعديد من الصفات والمميزات المختلفة ومنها:

١ ـ قلة التكاليف مقارنة بالأسلحة التقليدية والمتطورة.

٢ ـ لأنها مكونات أساسية للنظام البيئي فيمكن تحضيرها من الأوساط البيئية المختلفة.

٣ ـ لا تحتاج إلى ترسانات ومستودعات ضخمة لتخزينها .

٤ ـ تحدث الإصابة خلال فترة قصيرة .

٥ ـ يمكن إعادة تحضيرها خلال فترات زمنية قصيرة .

٦ ـ يمكن إجراء العديد من الطفرات عليها بواسطة مختلف المحفزات الفيزيائية والكيميائية والإشعاعية (سواحل، ١٤٢٦هـ) .

وعليه فيمكن استخدام السلاح الحيوي في العديد من الاستخدامات الحربية ومنها الاستخدامات الاستراتيجية والاستخدامات السرية الإرهابية والاستخدامات التقنية، بالإضافة إلى الاستخدامات المرضية والاقتصادية . ويؤدي استخدام السلاح الحيوي إلى الآتي :

١ ـ تحقيق الأهداف النفسية .

٢ ـ إثارة الفزع والهلع .

٣ ـ يؤدي إلى انتشار قصص الخيال كما حدث في الولايات المتحدة الأمريكية بعد أحداث ١١ سبتمبر حيث انتشرت القصص المختلفة لروايات عجيبة عن قدرة السلاح الحيوي في الإصابة وإحداث الدمار والهلاك . وعموما فإن اتحادا بين النشاط الميكروبي وقوة المواد الكيميائية وعوامل التحفيز الإشعاعي يمكن أن تولد كائنات حية دقيقة ذات طفرات وراثية خطيرة تختلف تماما عن الكائنات الحية الدقيقة الاعتيادية بحيث تصل قدرتها إلى الانتشار لأكثر من (٣٠) ألف ميل مربع لكمية من السلاح الجرثومي تصل إلى (٢٤٥) كيلوجرام .

وتعتمد فكرة الحرب الجرثومية على الاستفادة من عناصر البيئة المختلفة مثل الماء والتربة والهواء بالإضافة إلى الموارد البيئية والطبيعية من الغذاء

لنشر جراثيم الدمار والهلاك . حيث تستطيع الكائنات الحية الدقيقة الانتشار السريع ومن ثم الإصابة والقدرة على إحداث الدمار والهلاك (البسيوني وآخرون، ١٤٠٨هـ) .

وقد تطور استخدام الأسلحة الجرثومية استنادا إلى مخرجات التقنية الحيوية في الوقت الراهن بحيث كانت البدايات بسيطة ولكنها كانت الأساس في الانطلاقات الحالية والتي تراوحت عند الإغريق عام (٣٠٠) قبل الميلاد وذلك بإرسال المصابين بالأمراض الميكروبية إلى معسكرات الخدمة لنشر الأمراض، ثم كان الموت الأسود عام (١٣٤٨م) من قبل اليهود في أوروبا عن طريق تسميم مياه الآبار ونشر مرض الطاعون، ثم تتوالى الأحداث حيث قامت اليابان بتوزيع حبوب تحتوي على براغيث مصابة ببكتيريا الطاعون عام (١٩٣٦م)، ثم قامت الولايات المتحدة الأمريكية عام (١٩٦٦م) بإلقاء (١٠٠) ألف طن من القذائف الجرثومية أثناء حرب فيتنام . وفي عام (١٩٧٩م) استخدم الروس فطريات المطر الأصفر (الرشاش) كأسلحة حيوية في أفغانستان . ثم تتوالى تقنيات السلاح الجرثومي لتصل إلى مدى هائل ومخيف حيث توجد في الوقت الراهن العديد من الكائنات الحية الدقيقة التي يمكن استخدامها كسلاح حيوي ومحققا للأهداف المرسومة من قبل الدول التي تمتلكها مستندة في ذلك إلى الأسس العامة لتقنيات الكائنات الحية الدقيقة والطرق المختلفة للهندسة الوراثية (Genetic engineering) بالإضافة إلى إدخال تقنيات التحفيز الفيزيائية والكيميائية والإشعاعية .

ولابد هنا من الإشارة إلى أن الدول المتقدمة في مجال عسكرة الهندسة الوراثية للاستخدام الحيوي قد استفادت بدرجة كبيرة من تلك التقنيات وذلك عن طريق إيجاد السلالات الميكروبية شديدة الدمار والهلاك وذلك

ضمن ما يسمى بإحيائية الهندرسة الوراثية حيث ينتج عن ذلك المئات من السلالات الميكروبية جاهزة الاستخدام كسلاح حيوي فتاك. وتستخدم كذلك العديد من العوائل الحية مثل البكتيريا والفطريات والفيروسات والطفيليات والأوليات والنباتات والحيوانات (عبدالرحمن، ١٤٢٥هـ).

وللكائنات الحية الدقيقة قدرة هائلة على الاستجابة للطفرات الوراثية بواسطة الأشعة لإنتاج سلاح حيوي جرثومي شديد الخطورة، حيث يستحث التشعيع حدوث الطفرة في بعض الفيروسات لإنتاج سلالات فيروسية جديدة ذات خصائص تطفرية قوية والتي يطلق عليها الطفرة الإلكترونية (Electronic mutation) حيث تستطيع الإشعاعات المؤينة انتزاع إحدى الإلكترونات من ذرات أو جزيئات الفيروسات مما يؤدي إلى حدوث اختلال في الانتظام الإلكتروني مما يتسبب في حدوث تفسير كيميائي خاطيء قد يبدل طبيعة الفيروسات وصفاتها. كما تجب الإشارة إلى أن الطفرة الفيروسية تحدث أيضا تحت الظروف العادية ومنها على سبيل المثال تكون سلالات جديدة من فيروس الإنفلونزا، وعموما فإن للفيروسات العديد من الصفات عند استخدامها كسلاح جرثومي ومنها:

١ ـ قدرتها على الإصابة والفتك.

٢ ـ ذات أضرار سمية خطيرة.

٣ ـ تمتاز بقدرتها على التداخل والحماية.

٤ ـ قدرتها على استحثاث الأجسام المضادة للنمو داخل أمصال الخلايا الحية (زايد، ١٤٢٦هـ).

وتعد الأشعة فوق البنفسجية مثالا واضحا لدراسة الأثر الإشعاعي على خواص الفيروسات. ومن أكثر الأشعة فعالية في التأثيرات الفيروسية حيث

تسبب الخلل الواضح في البروتين أو الحمض النووي . ويمكن في هذا المجال بواسطة الأشعة فوق البنفسجية إحداث الإخماد الفيروسي (Inactivation viruses) . توجد أيضا الأشعة تحت الحمراء وأشعة إكس وأشعة جاما والأشعة المرئية .

ويمكن تعريف السلاح الحيوي بأنه عبارة عن كائنات حية دقيقة تم إدخال العديد من الطفرات الوراثية عليها بواسطة المحفزات الحيوية والكيميائية والإشعاعية لإنتاج سلالات ميكروبية ذات صفات وخصائص وراثية قادرة على الانتشار والإصابة وإلحاق الدمار والهلاك (سواحل ، ١٤٢٦هـ) .

والأسلحة الجرثومية يمكن تحضيرها من مختلف الكائنات الحية الدقيقة والتي تقسم إلى الآتي :

١ - البكتيريا (Bacteria) : وهي كائنات حية دقيقة بدائية النواة (Procaryotic) . لا تحتوي على غشاء نووي وتحتوي على كروموسوم واحد يحمل جميع الصفات الوراثية وتعتمد آلية التبادل الوراثي على النقل المباشر (Transformation) والتزاوج (Conjugation) والحمل بالفاج (Transduction) . كما لا توجد بها ميتوكوندريا وشبكة إندوبلازمية وأجسام جولوجي وليوسومات . ونظرا لقدرتها على الانتشار في مختلف الأوساط البيئية فقد تم استخدامها بنجاح كسلاح جرثومي . ومنها على سبيل المثال البكتيريا Bacillus anthracis المسببة لمرض الجمرة الخبيثة (Anthrax) ، وبكتيريا Pasteurella pestis المسببة لمرض الطاعون (Plague) ، وبكتيريا Vibrio cholera التي تسبب مرض الكوليرا (Cholera) ، ومرض الحمى المتموجة وتسببه البكتيريا Brucella suis ، وبكتيريا Neisseria gonorrhoeae التي تسبب مرض السيلان

(Gonorrhea)، وبكتيريا Treponema pallidum التي تؤدي إلى الإصابة بمرض الزهري (Syphilis)، وحمى مالطا (Malta fever) التي تسببها البكتيريا Brucella abortus، وحمى الأرانب (Tularemia) التي تسببها البكتيريا Francisella tularensis، وبكتيريا الغرغرينا الغازية والتي تسببها البكتيريا Clostridium perfringens، والحمى الراجعة والتي تسببها البكتيريا Borrelia duttoni، ومرض التراكوما (رمد العيون الجيبي) ويحدث بواسطة العدوى بخلايا بكتيريا Chlamydia trachomatic بالإضافة إلى مرض الجذام (Leprosy) والذي تسببه البكتيريا Mycobacterium leprae وحمى التيفود (Typhod fever) والذي تسببه البكتيريا Salmonella typhi، ومرض السعال الديكي والذي يحدث نتيجة العدوى بخلايا البكتيريا Brodetella pertussis. كما يمكن استخدام العديد من البكتيريا لإنتاج السموم كسلاح جرثومي ومنها على سبيل المثال بكتيريا Clostridiu botulinum، وبكتيريا Staphylococus aureus، وبكتيريا Clostridium perfringens، وبكتيريا E.coli ، وبكتيريا Bacillus cereus، وبكتيريا Proteus sp. (ابن صادق، ١٤٢٠هـ).

٢ـ الفطريات (Fungi): وهذه عبارة عن كائنات حية دقيقة حقيقية النواة (Eucaryotic) تمتاز بوجود غشاء نووي وعدد الكروموسومات أكثر من واحد وتحتوي على هستونات، كما يوجد الحمض النووي (DNA) في النواة والتكاثر عادة بالانقسام غير المباشر. وتحتوي على الميتوكوندريا وتوجد بها نويات وشبكة إندوبلازمية وأجسام جولجي وليوسومات كما أن آلية التبادل الوراثي تحدث باتحاد الجاميتات. وتعد الفطريات في الوقت الراهن

من أهم الأسلحة الحيوية نظرا لقدرتها على الانتشار والإصابة ووجودها في جميع الأوساط البيئية بالإضافة لقدرتها على الاستجابات التطفرية للطفرات الوراثية والمحفزات الإشعاعية والكيميائية والفيزيائية . ومن أكثر الفطريات استخداما كسلاح حيوي الفطرة Coccidiomycosis والتي تسبب داء الفطار الكرواني (Coccidiomycosis)، والفطرة Paracoccidioides brasiliensis (Paracoccidioidomycosis) والذي يبدأ في الرئتين لأنه يدخل عن طريق الجهاز التنفسي ثم ينتشر الداء في الطحال والكبد والأغشية المخاطية في الفم والجلد مع تضخم في الغدد اللمفاوية وظهور بعض الاضطرابات في الجهاز الهضمي، وفطرة Candida albicans والتي تسبب داء المبيضات (Candidiasis) حيث تصيب الفم والأعضاء التناسلية والجلد والأظافر والرئتان والكلى، وفطرة Cryptococcus neoformans التي تسبب داء المستخفينات (Cryptococcosis) والذي من أهم أعراضه الالتهاب السحائي بالإضافة إلى فطر الرشاشية .Aspergillus sp الذي يسبب حدوث داء الرشاشيات (Aspergillosis) .

٣ـ الفيروسات (Viruses) : تم استخدامها كسلاح جرثومي خطير لقدرتها على إحداث العديد من الأمراض الشاملة والموضعية والتي تنتشر انتشارا مباشرا في جميع خلايا الجسم ومنها فيروس الحصبة (Measles) وفيروس النكاف (Mumps) وفيروس شلل الأطفال (Poliomyelitis) وفيروس الحمى الصفراء (Yellow fever) وفيروس الجدري (Small pox) وفيروس حمى الببغاء (Psittactosis) وفيروس حمى أبو الركب (Breakbone fever) بالإضافة إلى

فيروسات التهاب الكبد الوبائي (Hepatitis viruses) وفيروس حمى غرب النيل (West Nile fever) وفيروس حمى الضنك (Dengue fever) وفيروس داء (Marburg) والذي يطلق عليه داء القرد الأخضر (حسين، ١٤٢٢هـ).

٤ ـ كائنات حية دقيقة مختلفة تستخدم كسلاح جرثومي فتاك ومنها المفطورات (Mycoplasma) والتي تسبب الالتهاب الرئوي والحمى والسعال الجاف والصداع الشديد والفتور والإرهاق والتهاب القصبات وأمراض الجهاز البولي والتناسلي مثل المفطورة الفموية (Mycoplasma orale) والمتدثرات (Chlamydia) مثل المتدثرة الحثرية (Chlamydia trachomatis) والتي تسبب الأمراض التناسلية والتهاب العيون (العين الوليدي، التهاب الملتحمة الإندماجي) والمتدثرة الببغائية (Chlamydia psittaci) وهذه تنتقل إلى الإنسان بواسطة البغبغاوات والحمام وطيور الزينة والبط بالإضافة إلى الريكتيسيتات (Rickettsiae) والتي تسبب داء التيفوس ومنها داء التيفوس الوبائي والمستوطن وحمى الخندق (Trench fever) والتي تنتقل بواسطة القمل الملوث والذي يمتاز بالصداع والإرهاق والألم والعرق الكثير وبرودة الأطراف وحمى مصحوبة بطفح جلدي والكوكسية (Coxiella) والتي تسبب داء الحمى الغريبة (Q- fever) والشعيّات (Actinomyces) مثل الشيّعة الإسرائيلية (Actinomyces Israelii).

تلك كانت لمحة سريعة عن أهم الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في السلاح الحيوي، علما بأنه يمكن تطويع أي نوع من أنواع الكائنات الحية الدقيقة المختلفة واستخدامها كسلاح جرثومي وذلك استنادا إلى الهدف

من السلاح الجرثومي والمنطقة المراد تدميرها أو مهاجمتها والعوامل البيئية والظروف المناخية المختلفة وكثافة المنطقة السكانية والدراسات الاستراتيجية المختلفة المتعلقة بصحة البيئة والعوامل النفسية (عمر، ١٩٨٦م).

وتعد تقنيات مكافحة السلاح الحيوي ذات أهمية خاصة في مكافحة الجرائم الإنسانية والبيئية. كما أن لها دوراً فاعلاً في الكشف عن الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة كسلاح جرثومي وذلك قبل انتشارها وإصابتها للأهداف المختلفة. وكما أسلفنا فإن تقنيات مكافحة السلاح الحيوي ذات اعتبارات خاصة وغاية في الأهمية حيث يمكن من خلالها توضيح الرؤية لغير المختصين لتجنب الأمراض الخطيرة من السلاح الحيوي بالإضافة إلى وضع الأسس العامة للحد من استخدامها من قبل الفئات الإرهابية والتعرف على الأسلحة الحيوية عند مصادرتها أو عند البدء في نشرها واستخدامها أو عند تجهيزها وإعدادها.

وتجب الإشارة إلى أن للكائنات الحية الدقيقة القدرة على النمو والتكاثر والانتشار في جميع الأوساط البيئية مثل التربة والماء والهواء كما أن لها القدرة التامة على النمو في مختلف الأوساط الغذائية وإصابة الإنسان والحيوان والنبات وهذا يؤكد قدرتها وكفاءتها في الحرب الجرثومية كسلاح حيوي فتاك وخطير.

وتعتمد تقنيات مكافحة وكشف السلاح الحيوي على الخبير المختص في علم الكائنات الحية الدقيقة، حيث يستطيع تأكيد استخدام السلاح الحيوي بواسطة العديد من الطرق المختلفة. وعموما فإن من أهم الطرق المستخدمة في تقنيات السلاح الحيوي التالي:

١ ـ الطرق التقليدية، وتعتمد على الفحص المجرد للعينة التي يعتقد أنها مستخدمة كسلاح حيوي.

٢ ـ الطرق المختبرية، وهي تعتمد على استخدام تقنيات المختبر والصبغات المختلفة مثل طرق العزل والتنمية والفحص بواسطة البيئات الغذائية والصبغات.

٣ ـ تقنيات متقدمة، تعمتد على التصنيف الميكروبي ودراسة التركيب الظاهري والتشريحي والفسيولوجي.

٤ ـ تقنيات المجهر الإلكتروني، والمجاهر المتقدمة في مجال فحص الكائنات الحية الدقيقة.

٥ ـ تقنيات حيوانات المختبر للتأكد من الإصابة الميكروبية.

٦ ـ تقنيات تحليل العينات المصابة بالكائنات الحية الدقيقة.

٧ ـ تقنيات عزل الكائنات الحية الدقيقة من الإنسان مباشرة.

٨ ـ تقنيات عزل الكائنات الحية الدقيقة من الحشرات والبعوض والذباب والجرذان والبراغيث والقمل.

بعد التأكد من أن الكائن الحي الدقيق تم استخدامه كسلاح حيوي، لابد من اتباع تقنيات مكافحة السلاح الحيوي وهذه التقنيات يمكن تقسيمها إلى الآتي:

١ ـ تقنيات مباشرة تحتوي على الإنذار المبكر وذلك بعد التأكد من استخدام السلاح الحيوي بفترة قصيرة جدا.

٢ ـ تقنيات الكشف عن وسائل نشر السلاح الحيوي (مباشرة، غير مباشرة).

٣ ـ تقنيات الكشف عن وسائل نشر السلاح الحيوي بواسطة الناقل (حشرات، بعوض، ذباب، براغيث، قمل، جرذان).

٤ ـ تقنيات تعتمد على الكشف المباشر بواسطة تلويث الهواء الجوي أو المصدر المائي والغذائي بالسلاح الحيوي.

٥ ـ تقنيات تعتمد على الفحص المباشر للأدوات ومتطلبات الإنسان الملوثة بالميكروبات الممرضة (أدوات الحلاقة، البطانيات، ملابس).

بعد التأكد من استخدام السلاح الحيوي فإن من أهم الطرق المتبعة لمكافحته التالي:

١ ـ تحديد الكائن الحي الدقيق بدقة.

٢ ـ إعادة اختبار التأكد من الكائن الحي الدقيق وذلك بواسطة طريق التنمية والفحص الميكروحيوي.

٣ ـ عزل الكائن الحي الدقيق وإعادة اختبار التأكد بواسطة حيوانات التجارب وخصوصا في حالة استخدام الفيروسات كسلاح حيوي، حيث تتم الزراعة على المزارع النسيجية (Tissue cultures) وحيوانات المختبر.

٤ ـ وفي الوقت الراهن يتم استخدام شرائط بهدف تعريف الكائن الحي الدقيق استنادا إلى العديد من طرق التصنيف ومنها الاختبارات الكيموحيوية.

تشمل تقنيات المكافحة الآتي:

١ ـ التأكد من سلامة وأمن وصحة البيئة.

٢ ـ العمل على نشر التوعية البيئية والعلمية المستندة على الأسس العلمية بين أفراد المجتمع لتوضيح حقيقة السلاح الحيوي للحد من الإشعاعات والأساطير والخرافات.

٣ـ الابتعاد عن الهلع والفزع وعوامل الاحباط النفسي وذلك كما حدث في الولايات المتحدة الأمريكية بعد أحداث ١١ سبتمبر.
٤ـ تكثيف الدراسات المتعلقة بجوانب الدفاع ضد السلاح الحيوي وذلك لمعرفة الأسرار الغامضة لتلك الأسلحة عند استخدامها.
٥ـ توفير اللقاحات والأمصال اللازمة ضد السلاح الحيوي.
٦ـ التحصين ضد النشاط الميكروبي لأفراد المجتمع وذلك كل ثلاث سنوات على الأقل.

وكدراسة تطبيقية فإنه يمكن إعطاء بكتيريا الجمرة الخبيثة Bacillus anthracis والتي تسبب الجمرة الخبيثة (Anthrax) كمثال واضح لنوع خطير وفتاك من أسلحة الدمار الشامل (السلاح الحيوي) والتي تعطل الجهاز التنفسي وتكون مميتة إذا لم تعالج حالا. وتحمل أنواع هذا الميكروب برشوشات رذاذية عند استخدامها حيث يصل عدد الوفيات إلى (٩٠ـ١٠٠٪) من الذين استنشقوا تلك الأبواغ. وعند دخولها جسم الإنسان بواسطة جروح وتشققات الجلد فإنها تسبب الوفاة لحوالي (١٠ـ٢٠٪)، وتستطيع تلك البكتيريا التكاثر في مرحلة التجرثم وتستطيع البقاء في التربة لفترات طويلة جدا وهذا ما يحقق الأهداف العسكرية. ويمكن أيضا نشر تلك البكتيريا بواسطة تلويث المصدر المائي والغذائي، وتظهر أعراض الإصابة على هيئة نزلة برد ثم تتحول إلى حمى مرتفعة وقيء وصداع وصعوبة في التنفس ثم الدخول في إغماءة وتعقبها الوفاة. وقد كان هناك إعلان رسمي من قبل الحكومة الأمريكية عن ضحايا الجمرة الخبيثة على خلفية أحداث ١١ سبتمبر. وقد ورد في تقارير (FBI) أن هناك حالات من الجرائم لسنوات مختلفة، ومنها (٣٧) ملفاً عام (١٩٩٦م) تم فيها استخدام السلاح الحيوي و(٧٢) حالة عام (١٩٩٧م) وجد أن فيها (٢٢) قضية تم فيها استخدام السلاح الحيوي

بالإضافة إلى الأعوام (١٩٩٨-١٩٩٩م) كانت تخص استخدام بكتيريا الجمرة الخبيثة . كما أمكن استخدام بكتيريا الجمرة الخبيثة والتي تشتمل على بلازميدات شديدة الضراوة حيث أمكن وراثيا إدخالها إلى البكتيرياE.coli بالإضافة إلى السابق فإن بكتيريا الجمرة الخبيثة تمتاز بكونها سهلة الإنتاج وثابتة التخزين (قشاري، ١٣٢٦هـ).

كما تعد الفطرة .Aspergillus sp مثال آخر وجيد لإنتاج السلاح الحيوي . ويطلق عليه أيضا المطر الأصفر (Yellow rain)، ويمتاز بقدرته على إفراز الأوكراتوكسين (Ochratoxin) وتفرزه الفطرة Aspergillus ochraceus . وقد تم بنجاح استخدامه كسلاح حيوي من قبل الاتحاد السوفيتي . وقد أمكن تلويث الحبوب والدقيق والأعلاف . ومن أكثر الأمثلة سم (T-2 toxin) والذي يمكن إنتاجه من العديد من الفطريات المختلفة مثل فطرة & .Aspergillus sp Pencillium sp. & Fusarium sp. & Alternaria sp . وهناك أيضا سم (Robratoxin) وسم (Citreovirdin) وسم (Zearalenon) وسم (Aflatoxin) . وتلك السموم عبارة عن مواد مسرطنة ومسببة للطفرات وتؤدي إلى الإصابة بسرطان الكبد والمعدة والرئة والغدة الدمعية . بالإضافة إلى السموم الفطرية توجد أيضا العديد من السموم البكتيرية ومنها السم الخارجي (Exotoxin) والذي تفرزه البكتيريا Corynebacterium diftheriae وبكتيريا Clostridium botulinum والسموم الداخلية (Endotoxins) والذي تفرزه البكتيريا Salmonella typhi & S. typhinmurium وهناك أيضا السموم الداخلية البروتينية والذي تفرزه البكتيرياBordetella pertussis المسببة لمرض السعال الديكي (قشاري، ١٤٢٦هـ).

وفي الوقت الراهن تطور السلاح الحيوي تطوراً رهيباً استنادا إلى تقنيات الطفرات والمحفزات الإشعاعية والكيميائية والفيزيائية حيث تم إنتاج سلاح حيوي يشمل الآتي :

١ ـ إنتاج فيروسات ذات أغلفة بروتينية جيدة .

٢ ـ تقنيات البلازميدات للتحكم في الصفات الوراثية ونقل الجينات .

٣ـ استخدام عوامل التحكم الحيوي للتأثير على خلايا الجسم المختلفة .

٤ ـ القنبلة الذكية (Smart bomb) .

علما بأن الولايات المتحدة الأمريكية تمتلك العديد من مراكز الأبحاث وفي مقدمتها (American Type Culture Collection) .

وبخصوص السلاح الحيوي المتضمن استخدام الفيروسات فإن هناك العديد من الفيروسات التي يمكن استخدامها في هذا المجال وفي مقدمتها فيروس النيل الغربي (West Nile virus) المسبب للالتهاب الدماغي، وفيروسات (Poxviruses) وفيروسات الحمى الغازية (Hemornhagic fever viruses) وفيروس نقص المناعة المكتسبة (Aids virus) . وهناك أيضا فيروس الالتهاب السحائي وفيروس سل الكلاب وفيروس شلل الأطفال والفيروسات العصوية والفيروسات العكسية (حسين، ١٤٢٢هـ) .

كما تعد المقاومة الحيوية (Biological control) رافدا من الروافد المهمة في مقاومة الإرهاب الحيوي من الأسلحة الحيوية، وقد تمت الاستفادة من مخرجات التقنية الحيوية والهندسة الوراثية لإيجاد العديد من طرق المقاومة الحيوية المختلفة. وقد أمكن في هذا المجال مقاومة الإرهاب الحيوي الناتج عن المسببات المرضية المختلفة ومنها الإرهاب الحيوي الفيروسي للنبات، وذلك عن طريق إيجاد نباتات مقاومة للغزو الفيروسي مثل مرض تبقع الأوراق الفيروسي في الورد وكذلك الإرهاب الحيوي الناتج عن الفطريات

مثل مرض لفحة الأرز والسلاح الحيوي بالسموم الفطرية بواسطة الذرة المحورة وراثيا، توجد أيضا المقاومة الحيوية للسلاح الحيوي البكتيري والمكافحة الحيوية باستخدام مضاد الشفرة (Antisense) ثم النباتات المعدلة وراثيا، وحاليا فقد أمكن استخدام المبيدات ومنها المبيد الحيوي (BT) لمقاومة الآفات والذي تفرزه البكتيريا Bacillus thuringiensis (زايد، ١٤٢٦هـ).

تقنيات مكافحة السلاح الحيوي عند إصابة الإنسان بالأسلحة الجرثومية ذات أهمية خاصة لتجنب الإنسان للعديد من المخاطر الصحية الخطيرة. وهناك العديد من الاحتياطات الخاصة بمكافحة السلاح الحيوي نذكر منها:

١ ـ ضرورة إبلاغ السلطات الصحية عند ظهور أي أعراض لحالات استخدام السلاح الحيوي.

٢ ـ القضاء على القوارض والحشرات والبراغيث في المناطق الموبوءة لضمان عدم انتشار الأمراض.

٣ ـ الوقاية بالمضادات الحيوية واللقاحات.

٤ ـ عزل المصابين بالميكروبات المستخدمة في السلاح الحيوي.

٥ ـ التأكيد على ضرورة النظافة.

٦ ـ غسل المصابين بتيار من الماء المتدفق وبواسطة صابون مطهر.

٧ ـ غسل أدوات المرضى وملابسهم.

٨ ـ ارتداء الأقنعة والقفازات والنظارات الواقية عند التعامل مع المرضى المصابين بالأسلحة الجرثومية.

٩ ـ تجنب استنشاق الأبخرة والغازات عند انتشار الإصابة الميكروبية.

١٠ ـ الوقاية من خطر انتشا رالتلوث الميكروبي إلى المناطق الأخرى.

ومن أهم طرق مكافحة السلاح الحيوي الناتج عن الإصابة الفيروسية طريقة التطهير والتعقيم والتطعيم، وهذا يؤدي إلى إبطال مفعول الفيروسات في إحداث الإصابة والمرض وتثبيطها قبل إصابتها للإنسان. ثم بعد ذلك يمكن التعاون مع الفيروسات خارج جسم الإنسان في المصادر البيئية والأدوات المختلفة، مع تتبع سياسة التحكم في الأمراض وعزل المرضى والمصابين واتباع طرق التطهير والتعامل مع الأمراض الميكروبية الخطيرة مثل فيروس الإيدز وفيروس الالتهاب الكبدي الوبائي (ب، ج) مع توفر خطط معتمدة للتعامل مع أي اختلالات وبائية فجائية. مع التأكيد على ضرورة استخدام المحاليل المطهرة (Disinfectant solutions). كما أن التطعيم (Vaccination) من أكثر الطرق فعالية في القضاء على الإصابة الفيروسية والتي تعطى داخل الجلد أو تحت الجلد أو في الأنف أو في العضل أو في الوريد أو عن طريق الفم. ويجب ألا تكون اللقاحات الفيروسية ذات تأثير سلبي على صحة الإنسان وأن تستحث مناعة مكتسبة طويلة ومستديمة وأن تكون مأمونة وثابتة وراثيا وألا تتأثر بالتدخل وأن تكون ثابتة حراريا.

وتعد المضادات الحيوية ذات فعالية خاصة لمكافحة السلاح الحيوي، فقد لوحظ على سبيل المثال، أن المضاد الحيوي (Penicillin) فعال ضد الأمراض التي تنتقل بالمخالطة أو بالاحتكاك المباشر أو بالمعاشرة الجنسية غير الشرعية أو باللواط. كما أن المضاد الحيوي (Tetracycline) يعد من المضادات الحيوية واسعة الانتشار للقضاء على الخلايا البكتيرية الموجبة لصبغات جرام وأيضا في القضاء على الكلاميدات والريكتيسات، وهناك أيضا المضاد الحيوي (Streptomycin) المناسب للقضاء على مرض الطاعون (Plague) والمضاد الحيوي (Chloramyphenicol) لعلاج الحمى الراجعة (Relasing fever). وهناك عقاقير السلفونات لعلاج مرض الجذام

ومضادات التوكسيد (Antitoxins) لمرض الكراز (Tetanus) والغرغرينا الغازية.

لكن لابد من الإشارة إلى أن الإصحاح البيئي يعتبر عاملاً مهماً من عوامل مكافحة السلاح الحيوي بالإضافة إلى أن التوعية البيئية والصحية ذات أثر قوي في تجنب الإنسان للكثير من ويلات السلاح الحيوي ثم بعد ذلك يأتي دور الجهات ذات العلاقة في تأسيس برامج وخطط علمية تسهم بدرجة كبيرة في مكافحة السلاح الحيوي.

## ٥ . ٦ الإصحاح البيئي ونقاط التحكم الحرجة

يعد الإصحاح البيئي أو ضمان صحة البيئة من السبل ذات الأهمية في مواجهة جرائم البيئة والحد منها، وهذا الإصحاح البيئي يعد الأداة الآمنة لمواجهة الكوارث البيئية والصحية المختلفة والحرب الشاملة على وجه الخصوص.

المقصود بالإصحاح البيئي أو صحة البيئة (Environmental health) وجود الإنسان والكائنات الحية الأخرى في بيئة تتوفر فيها متطلبات العيش الضرورية من موارد بيئية وطبيعية خالية من أسباب التلوث البيئي، فالمدينة على سبيل المثال جيدة الإصحاح البيئي هي التي تتوفر فيها سبل العيش للإنسان في صورة نقية وخالية مما يشوبها من مسببات الأمراض والتلوث البيئي.

ونظرا للإرهاب العالمي والتوجه لتطوير وإنتاج أسلحة دمار شامل، فإن مفهوم الإصحاح البيئي قد تطور في الوقت الراهن في العديد من دول العالم ليصبح الأساس الهام في مكافحة جرائم البيئة.

وأصبح هناك ترابط وتوافق بين الصحة والبيئة بمفهوم جديد ومختلف

تماما عن المفاهيم السابقة وخصوصا بعد عقد مؤتمر قمة الأرض عام (١٩٩٢م)، والذي أكد على أن الصحة والبيئة متلازمان تلازماً وثيقاً ويؤثر كل منهما على الآخر، وهذا يحقق الرفاهية والاستقرار للإنسان على سطح الأرض، إذًا يمكن القول أيضا أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين الصحة والتجارة والصحة والزراعة والصحة وموارد البيئة والصحة والإعلام وبما يحقق الصحة الوقائية، والتي تعد ذات اعتبار خاص في مجال مكافحة السلاح البيولوجي والكيميائي والنووي.

ولجرائم البيئة العديد من الدوافع المختلفة لكن هدفها الوحيد إلحاق الدمار والهلاك للإنسانية والبيئة، وكما أسلفنا فإن دوافع الإرهاب العالمي استخدام أسلحة الدمار الشامل بأنواعها المختلفة استنادا إلى التقارير والدراسات المتوفرة عن الدول المراد مهاجمتها، بحيث أن تلك التقارير تعطي فكرة كاملة عن المواقع الجغرافية وطبيعة المواقع والحالات الجوية المتوقعة وعدد السكان بالإضافة إلى مستوى الإصحاح البيئي.

ويرافق الإصحاح البيئي العديد من المتطلبات الأخرى ذات الأهمية الخاصة لمواجهة جرائم البيئة وفي مقدمتها الإعلام التوعوي المنطلق من الأسس والبرامج العلمية ذات الأهداف التطبيقية، ويمكن في هذا المجال الاستفادة من مخرجات الإعلام المختلفة مثل الراديو والتليفزيون والفضائيات وبرامج الحاسب الآلي المختلفة في توعية المجتمع وتبصيرهم بالتعامل مع جرائم البيئة منذ وقوعها. ثم إن للإعلام الدور البارز في المساهمة في رفع همة أفراد المجتمع عن طريق التقليل من الأهداف النفسية وخفض عامل القلق ورفع درجة الفزع والهلع وهكذا يوضح تماما ما حدث في الولايات المتحدة الأمريكية بعد أحداث ١١ سبتمبر.

كما أن سبل الاحتياط المختلفة ذات أثر كبير في الحد من جرائم البيئة

وخصوصا أسلحة الدمار الشامل، وذلك من خلال فرض أسس وبرامج الصحة الوقائية للحد من تلوث الهواء والماء والمصادر الغذائية وعناصر البيئة المختلفة.

وخلال العقود الماضية وبعد أن تم التأكد من أهمية الإصحاح البيئي في الحد من جرائم البيئة وفي مقدمتها أسلحة الدمار الشامل، أصبح لدينا في الوقت الراهن العديد من الدراسات التطبيقية في مجال صحة البيئة والتي أكدت بدورها على ضرورة الاهتمام بالإصحاح البيئي والعمل على توفير متطلبات الإنسان من خلال مشاريع البنى التحتية والتي تضمن أيضا سلامة المصادر المائية والغذائية والهواء والتربة من ملوثات البيئة.

وحاليا فإن العديد من دول العالم تعاني من عدم اكتمال مشاريع البنى التحتية وهذا يعني المزيد من حدوث مشكلات التلوث البيئي وتحقيق الأهداف المطلوبة من جرائم البيئة. وللخروج من تلك المآزق البيئية كان لابد من الاهتمام بمواضيع الإصحاح البيئي، ولنا أن نتصور أن الإنسان يتنفس يوميا حوالي (١٠,٠٠٠) مرة في اليوم وهذا التنفس يحقق له حوالي (١٠-٢٠) سم٢ من الهواء يوميا وحوالي (٦٨٠) جرام من الأكسجين. فإذا تلوث الهواء ببعض الملوثات البيئية، فإن الإنسان تبدأ معاناته المرضية وربما يتطور الأمر إلى العديد من الأمراض المختلفة التي تصيب الجهاز التنفسي.

وتزداد تلك المعاناة إذا كانت بيئة الإنسان غير مكتملة الإصحاح البيئي، وهذا ما حدث فعلا في حادثة بهوبال في الهند والتي أدت إلى موت حوالي (٢,٥٠٠) شخص وإعاقة أكثر من (٢٠٠,٠٠٠) شخص وإصابة (١٠,٠٠٠) شخص بالعمى بالإضافة إلى حدوث تلوث بيئي لجميع عناصر البيئة من تربة وماء وهواء، وقد ساعد في ذلك ضعف خدمات البنى التحتية

بالإضافة إلى ضعف الإصحاح البيئي وعدم توفر المتطلبات الأساسية لصحة البيئة وعدم توفر المعلومات الصحيحة للسكان عن طبيعة مادة السيانيد السامة وخطورة مخازن شركة (يونيون كاربيد) لإنتاج المبيدات الحشرية (إسلام، ١٩٩١م).

ويؤدي تطبيق الإصحاح البيئي في الوقت الراهن إلى التقليل من الملوثات الهوائية وخاصة في المدن. ومن أهم تلك الغازات غاز أول وثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد النيتروجين بالإضافة إلى أكسيد الرصاص وغاز الميثان وأكاسيد الزرنيخ والكادميوم والزئبق، بالإضافة إلى الجسيمات ودخان السجائر وجسيمات الأسبستوز وغاز كبريتيد الهيدروجين (الحسن والمعتاز، ١٤١٩هـ).

إن من أهم فوائد تطبيق برامج الإصحاح البيئي التقليل من العناصر المعدنية الثقيلة المنبعثة من تكرير النفط وصهر المعادن وصناعة المبيدات والمخصبات الزراعية بالإضافة إلى الحد من التلوث البلاستيكي وخصوصا مادة كلوريد الفينيل وآثارها الجانبية الضارة والتي تؤدي إلى الإصابة بمرض السرطان.

ومن الصعوبة بمكان حصر عدد المواد والمركبات الكيميائية المنتشرة في الأسواق والتي تستخدم في مختلف مستلزمات الإنسان والتي أكدت الأبحاث الحديثة على دورها في تردي صحة الإنسان وحدوث اختلال رهيب للبيئة. كما كشفت العديد من الدراسات الصحية دورها في إصابة الإنسان بالعديد من الأمراض الخطيرة، ولم يسلم النبات والحيوان من أضرارها المختلفة أيضا.

وللتدليل على خطورة الملوثات البيئية على صحة الإنسان، فقد أعلن المعهد البريطاني للصحة والبيئة أن إنحدار كمية ونوعية الحيوانات المنوية

الموجودة في السائل المنوي عند الذكور وارتفاع عدد الإصابات بالسرطان الخصوي وسرطان الثدي وتشوهات الجهاز التناسلي خلال الثلاثين سنة الماضية، ربما نجمت عن تأثير بعض المركبات والمواد الكيميائية التي يتعرض لها الإنسان (طحان، ١٤١٨هـ).

والحاجة ماسة في الوقت الراهن إلى التأكيد على أن المسؤولية الأخلاقية ذات أثر فعال في الحفاظ على البيئة والحد من جرائم البيئة والتأكيد على أن البيئة تلبي حاجة الإنسان في الوقت الراهن ودون الإخلال بمواردها مما يؤدي إلى عدم تلبية متطلبات الأجيال القادمة، وأن البيئة ملك للجميع، مع التأكيد على عدم استنزاف الموارد البيئية والعمل على تعويض الفاقد منها بالإضافة إلى أن الموارد المشتركة للبيئة يجب أن يحافظ عليها الجميع. ثم تنتقل المسؤولية بعد ذلك لتصبح عالمية ذات برامج وخطط تشريعية بيئية (ابن صادق، ١٤٢٣هـ).

ويجب أن تنطلق تعاليم الإصحاح البيئي من مراحل التعليم المختلفة لزرع حب البيئة والحفاظ عليها عند الفرد منذ الصغر، ولذلك فإن هناك العديد من متطلبات الإصحاح البيئي ومن أهمها التوعية البيئية والتثقيف البيئي والتأهيل والتدريب ووضع البرامج والخطط الخاصة بالبيئة ثم تكثيف الدراسات والأبحاث التطبيقية في مجال الإصحاح البيئي والاستفادة من مخرجات التعليم بإدخال المقررات البيئية المختلفة (ابن صادق، ١٤٢١هـ).

إن تطبيق مفهوم الأمن البيئي يتطلب بيئة صحية خالية من الملوثات البيئية بالإضافة إلى الحد من المعوقات البيئية التي تواجه القائمين في مجال الحفاظ على البيئة.

ويعد مفهوم تحليل المخاطر ونقاط التحكم الحرجة (Hazard Analysis

(and Critical Control Points والذي يرمز إليه بالرمز (HACCP) من أهم السبل لمواجهة جرائم البيئة، وهو عبارة عن نظام إنتاجي لمراقبة التلوث الغذائي. كما أنه عملية تستخدم لتحديد نقاط الخطر الحرجة للإنتاج الغذائي وتحديد الإدارة الآمنة والكشف السليم للتأكد من سلامة الغذاء بالنسبة للمستهلك، وقد تم تصميم هذا البرنامج لمنع التلوث الميكروبي والكيميائي والفيزيائي، وفي هذا الصدد فإن العديد من المؤسسات تستخدم برنامج (HACCP) كعمليات فعالة في سلامة الأغذية وحماية الصحة العامة.

وقد تم طرح مفهوم تحليل المخاطر ونقاط التحكم الحرجة عمليا منذ الستينيات عن طريق وكالة الفضاء الأمريكية ومختبرات الجيش الأمريكي بالتعاون مع شركة (Pilsbury). ويتضمن تطبيق أساسيات علم الكائنات الحية الدقيقة (Microbiology) ومراقبة الجودة وتقييم الخطورة (Risk assessment) بهدف الوصول إلى نظام مأمون لمنع حدوث مشكلات التلوث الغذائي، و يعتمد هذا النظام على افتراض وجود العديد من المخاطر المرتبطة بإعداد وتخزين واستهلاك المواد الغذائية، بحيث إذا لم يتم التحكم في تلك المخاطر فإن ذلك يؤدي إلى حدوث فساد غذائي، ويتضمن أيضا اتخاذ العديد من الإجراءات الوقائية والتدخل عند لزوم الأمر وبما يحقق الضمان الغذائي السليم والأمن للإنسان (المهيزع والبحيري، ١٤١٨هـ).

ويتضمن برنامج (HACCP) النقاط التالية:

١ ـ تحليل المخاطر (Analyze hazards) وبالذات تلك المتعلقة بسلامة الأغذية وقياس مدى خطورتها. ومن أهم المخاطر الحيوية والتي منها الكائنات الحية الدقيقة والتي قد تكون كيميائية مثل السموم أو فيزيائية مثل الزجاج المطحون أو حبيبات المعادن.

٢ ـ تحديد نقاط التحكم الحرجة (Identify critical control points) والتي تتحكم فيها العديد من العوامل المختلفة مثل إنتاج المواد الغذائية من بداية خطوط الإنتاج الأولى وحتى الإعداد والتخزين والاستهلاك ومن خلال ذلك يمكن التحكم في النقاط الحرجة .

٣ـ تأسيس قياسات وقائية مع الحدود الخطرة لكل نقطة مراقبة (Establish preventive measures†with critical limits for each control point) . ففي عمليات طهي الطعام على سبيل المثال للتأكد من إزالة أي تلوث ميكروبي .

٤ ـ تأسيس برامج لمراقبة نقاط التحكم الحرجة (Establish procedures to monitor the critical control points) . مثل تلك البرامج تتضمن كيفية مراقبة زمن ودرجة حرارة الطهو .

٥ ـ تأسيس الأفعال الصحيحة الواجب اتخاذها عندما لا يتم تطبيق المعايير بالشكل المطلوب (Establish corrective actions to be taken when monitoring shows that a critical limits has hot been net) . وذلك عندما تدل نتيجة المتابعة أن المعايير لم يتم اتباعها فيجب أن يكون هناك تدخل لتصحيح تلك الحالة مثل إعادة تسخين الغذاء أو زيادة التبريد أو ربما التخلص من الإنتاج الغذائي .

٦ ـ تأسيس برامج للتأكد من أن النظام يسير بالشكل المطلوب (Establish procedures to verify†that the system is working properly) . مثال اختبار الزمن ودرجة الحرارة بواسطة أجهزة التسجيل للتأكد من أن وحدة الطهو تشتغل وفق الخطة المطلوبة .

٧ـ تأسيس نظام فعال لحفظ السجلات وتوثيق (HACCP) ، (Establish effective record keeping to document HACCP system) وذلـك

بأن يتم جمع بياناتها وتنسيقها ثم حفظها في ملفات وأيضا ضمن الحاسب الآلي للرجوع إليها عند الحاجة، بالإضافة إلى عمل تقارير دورية تتضمن سير العمل وكفاءة الأداء.

وعليه فإن نظام (HACCP) يمكن أيضا تطبيقه على مصانع إنتاج المياه المعبأة والعصيرات والفواكه والخضروات وبالتالي يمكن تطبيق الأسس العلمية للحد من التلوث البيئي ومنع حدوث جرائم البيئة الناتجة عن التلوث الميكروبي أو الكيميائي أو الإشعاعي، وقد تم تطبيق هذا النظام أيضا على منتجات اللحوم ومنتجات الأسماك والبيض والألبان وهذا يسهم بدرجة كبيرة في الحد من جرائم البيئة ووقف التدهور والاختلال البيئي والحفاظ على صحة وسلامة الإنسان والاقتصاد (ابن صادق، ١٤٢٣هـ).

ويتضمن الإصحاح البيئي التأكد من تطبيق الاشتراطات الصحية للمنشآت الغذائية والزراعية والمائية والتفتيش الصحي على المنشآت، وتقصي حالات التلوث البيئي والتخلص الآمن من النفايات والمخلفات، بالإضافة إلى تطبيق الاعتبارات المختلفة للسلامة من الأخطار المهنية ومواصفات الإصحاح البيئي.

# المراجـــع

## أولا: المراجع العربية


ابن صادق، عبد الوهاب رجب هاشم (١٤٠٩هـ). الحرب الجرثومية. مجلة الدفاع، عدد ٢٣، (٧٣ ـ ٨١).

ــــــــــــ، (١٤٢٠هـ). التلوث البيئي. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ــــــــــــ، (١٤١٩هـ). الجراثيم: أسلحة الدمار الشامل. مجلة كلية الملك عبدالعزيز الحربية ـ ٤٠ (٧٦ ـ ٧٧).

ــــــــــــ، (١٤٢١هـ). الأمن البيئي. جامعة الملك سعود. الرياض. المملكة العربية السعودية.

ــــــــــــ، (١٤٢٢هـ). ميكروبيولوجيا التعدين. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

ــــــــــــ، (١٤٢٣هـ). التقييم البيئي. صحيفة رسالة الجامعة، ٧٨٤ (١١).

ــــــــــــ، (١٤٢٥هـ). المدخل إلى التقنية الحيوية الفطرية. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

أبو الذهب، أسامه محمد طه (١٩٩٤م). رصد ومكافحة التلوث البحري بالنفط. مركز البحوث العلمية والتطبيقية, جامعة قطر.

إسلام، أحمد مدحت (١٩٩٠م). التلوث مشكلة العصر. مطبوعات المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

البسيوني، سعيد زعلول؛ والهواري، عبدالرحمن سعود؛ ومصطفى، هاشم عفيفي (١٤٠٨هـ). أسلحة الحرب الحيوية: بين النظرية والتطبيق. كلية الملك خالد العسكرية، المملكة العربية السعودية.

الترك، إدريس منير؛ والسراني، عبدالله قبلان؛ والحسيني، محمد محمد (٢٠٠٢م). البكتيريا. المدينة المنورة: مكتبة دار الإيمان، المملكة العربية السعودية.

جمعة، محمد؛ وكمال، صلاح الدين (١٩٨٤م). الإشعاع الذري: الدليل وطرق الوقاية. بيروت: دارالراتب، لبنان.

حبيب، طلعت حسن (١٤٢٣هـ). واقع النفايات الطبية في المملكة العربية السعودية ومدى فعالية طرق تداولها ومعالجتها. رسالة ماجستير. المنامة، مملكة البحرين، كلية الدراسات العليا، جامعة الخليج العربي.

الحسن، محمد إبراهيم؛ والمعتاز، إبراهيم صالح (١٤١٩هـ). ملوثات البيئة: أضرارها ومصادرها وطرق مكافحتها. دار الخريجي للنشر والتوزيع، الرياض، المملكة العربية السعودية.

حسين، ماهر البسيوني (١٤٢١هـ). الفيروسات الممرضة: الفيروسات والإنسان. جامعة الملك سعود. الرياض. المملكة العربية السعودية.

ــــــــــــ، (١٤٢١هـ). مقدمة في علم الهندسة الوراثية. جامعة الملك سعود. الرياض. المملكة العربية السعودية.

ــــــــــــ، (١٤٢٢هـ). علم الفيروسات. جامعة الملك سعود. الرياض. المملكة العربية السعودية.

ــــــــــــــــــ، والبسيوني، نرمين ماهر (١٤١٩هـ). الوجيز في الفيروسات الطبية. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

حماد، فوزي حسين؛ وأحمد، محمد فاروق؛ ومليباري؛ عبدالرحمن محمد (١٩٩١م). الإشعاع: الجرعات والتأثيرات والمخاطر. الرياض: برنامج الأمم المتحدة للبيئة، المملكة العربية السعودية.

الرّجب، وفاء جاسم؛ والقزّاز، السيد حسن محمد علي (١٩٨٢م). أساسيات علم الأحياء المجهرية الغذائي. الموصل: جامعة الموصل، العراق.

زايد، خليفة عبدالمقصود (١٤٢٦هـ). ندوة الإرهاب البيولوجي. جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية. الرياض، المملكة العربية السعودية.

زللي، عبدالبديع حمزة (١٤١٩هـ). مقدمة لعلوم التلوث البيئي. المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية.

ــــــــــــــــــ، (١٤٢٢هـ). الأخطار الصحية من المستلزمات المدرسية. المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية.

الزهراني، محمد علي؛ أبو الجدايل، فادية بنت معاوية (١٤٢٤هـ). الإدارة المستديمة للنفايات الطبية في المنشآت الصحية. الرياض، وزارة الصحة.

ــــــــــــــــــ، الشنشوري، محمد أحمد؛ فخري، وزهير إبراهيم (١٤١٩هـ). مرشد التخلص من النفايات الطبية بالمنشآت الصحية. وزارة الصحة. الرياض. المملكة العربية السعودية.

سواحل، وجدي عبدالفتاح (١٤٢٦هـ). ندوة الإرهاب البيولوجي. جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية. الرياض، المملكة العربية السعودية.

طحان، أحمد محمد (١٤١٨هـ). المأزق البيئي. دار الاستشارات الطبية والتأهيلية، الرياض.

الطيب، نور طاهر؛ وجرار، بشير محمود (١٩٨٨م). قياس التلوث البيئي. الرياض: دار المريخ للنشر، المملكة العربية السعودية.

ـــــــــــــــــ، (٢٠٠٢م). التلوث بالغبار. كتاب الرياض ١٠٥. الرياض، المملكة العربية السعودية.

ـــــــــــــــــ، (٢٠٠٣م). التلوث الداخلي للمنازل. الرياض: مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، المملكة العربية السعودية.

عبدالجواد، شوقيه مهني (١٩٩٦م). السموم: أنواعها وكيفية مواجهتها. القاهرة: مركز الأهرام للترجمة والنشر، مصر.

عبدالرحمن، خير الدين (١٤٢٤هـ). عسكرة الهندسة الوراثية: مصدر القوة ومكمن الخطر. مجلة الحرس الوطني (٢٥٠)، ٥٠ـ٥٣.

ـــــــــــــــــ، (١٤٢٥هـ). تصدير الهلع الأمريكي من الخطر البيولوجي. مجلة الحرس الوطني (٢٥٥)، ٣٦ـ٤١.

عبدالماجد، هجو محمد (١٤٢٢هـ). مخلفات الصرف الصحي: الخواص والمعالجة وإعادة الاستخدام. جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

عبدالمجيد، رضا عبدالحليم (١٩٩٩م). المسؤولية القانونية عن النفايات الطبية. القاهرة: جمهورية مصر العربية، دار النهضة العربية للنشر.

علاء الدين، محمد نبيل؛ الشيمي، سمير أحمد؛ محمد، محمد حنفي؛ وعبدالعزيز إبراهيم، محمد (١٩٨٣م). البيوجاز للريف المصري (طاقة ـ سماد ـ علف). الدقي: المركز القومي البحوث، القاهرة، مصر.

عمر، الفاضل العبيد (١٩٨٦م). مبادىء الفيروسات والفطريات الطبية. مكة المكرمة: مكتبة الطالب الجامعي، المملكة العربية السعودية.

عنانزة، خالد (٢٠٠٢م). النفايات الخطرة والبيئة. عمان: الأهلية للنشر والتوزيع، الأردن.

عيسى، مجدي محمد محمود (٢٠٠٥م). الإدارة البيئية للمبيدات الكيميائية. مجلفة الخفجي (١)، ٢٦ ـ ٣٠.

فتح الله، علي تاج الدين (١٤٢١هـ). تجهيزات المبيدات واستعمالاتها. الرياض: جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.

قشاري، محمد قربان (١٤٢٦هـ). ندوة الإرهاب البيولوجي. جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية. الرياض، المملكة العربية السعودية.

مسلّم، محمد بن علي (١٤١٨هـ). النفايات الطبية: أخطارها وطرق التخلص منها. مجلة الخفجي، (٤)، (٤٣ ـ ٤٧).

المشني، يوسف إبراهيم (١٩٩٠م). علم الأحياء الدقيقة. عمان: دار المستقبل للنشر والتوزيع، الأردن.

المقدادي، كاظم. التلوث الإشعاعي في العراق. مجلة البيئة والتنمية. مارس (٢٠٠٥م).

مليباري، عبدالرحمن محمد (١٤١٤هـ). معاهدة في عدم انتشار الأسلحة النووية: الجائز والمستحيل. الرياض: مطبعة سفير، المملكة العربية السعودية.

المهيزع، إبراهيم سعد؛ والبحيري، محمد مجدي (١٤١٨هـ). الشؤون الصحية الغذائية. جامعة الملك سعود. الرياض. المملكة العربية السعودية.

## ثانيا: المراجع الأجنبية

Abulfatih, H. A., Al-Thani, R.E., Al-Naimi, I.S., Swelleh, J. A., Elhag, E. A. and Kardousha, M.M. (2002). Ecology of Waste Water Ponds in Qatar. Sci. and Appl. Res. Center (SARC), University of Qatar, Doha, Qatar.

Alexander, M. (1999). Biodegradation and Bioremediation. Academic Press. New York.

Al-Harthi, A. A. Hajar, A. S., Husain, A. G. A., and Kuchari, M. G. A. (2003). Evaluation of Environmental Risk of Disposing Water in Urnah Valley in Makkah Al-Makaramah. Scientific Research Council, KAAU, 202-421.

Atlas, R. M. l (1988) Biodegradation of petroleum in seawater at row temperature. Canadian Journal of Microbiology 18: 1851-1855.

Ayres, J. C., Mundt, J. O. and Sandine, W. (1980). Microbiology of Foods. W.H. Freeman and Company. San Francisco. U.S.A.

Berthelin, J., Munier-lamy, C. & Magne, R. (1988). The Involvement of Chemoorganotroph Microorganisms & Uptake of Uranium and Associated Metals from Different Rock. In Proceeding of the Eight International Biotechnology Symposium, vol. 2. Eds. Durand, G., Bob chon, G. & Florets, J. Paris, French Microbiology Society, pp. 1082-1093.

Beyer, D., and Belsiti, D. (2000). Fungal Contamination of Outpatient Examination Rooms.: In your Office Safe. Dermatology Nurse. 12(1): 51-3.

Bunch, J.N. and Harland, R.C. (1976) .Biodegradation of crude oil petroleum by the indigenous microbial flora of the beau fort sea. Beaufort sea technical report 1 O. Environment Canada, Victoria, B.C.

Burnham. R. M. (1990). Domestic Terrorism Section. FBI, before the house of Representative Sub- committee on over sight and investigation.

Cardesman, A. H. (2201). Biological warfare and the Buffy Paradigm. Center of strategic and international studies. Washington D.C., USA.

Chen, L. (2000). Effects of Factors and Interacted Factors on the Optimal Depolarization Process of Methyl Orange by Ozone. Wat. Res. Vol. 34, No. 3, pp. 974-982.

Clough, R. L. (2001). High-energy Radiation and Polymers: A Review of Commercial Process and Emerging Applications. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. 185: 8-33.

Coronel, B., Duroselle, P., Behr, H., Moskovtchenk, J.F. and Freney, J. (2002). In Situ Decontamination of Medical Wastes using Oxidative Agents: a 16 month Study in Polyvalent Intensive care unit. Journal of Hospital Infection 50: 507-212.

Davis, J.B. (1967). Microbiology. Elsevier Publishing Company. U.K.

Dibble, J.T. and Bartha, R. (1979). Effect of Environmental parameters on the biodegradation of oil sludge. Applied and Environmental Microbiology 37:729- 739.

EI-Baz, F. (1992) .Preliminary Observation of Environmental Damage Due to Gulf War. Natural Resources Forum.71-7S.

EPA. (1992). Guideline for Water Reuse Manuel. Environmental Protection Agency. 925/R-92/004. USA.

Espartero, A. G., Pina, G. and Suarez, J. A. (1999). Development and Application of a Radio City Characterization System for low-level Radioactive Waste. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 422, p. 790-794.

Faure, O., Frucker-Hdalogi and Grillot. R. (2002). Eight-year Surveillance of Environmental Fungal Contamination in Hospital Operating Rooms and Hematological Units. Hospital Infection. 50(2):155.60.

Fayed, N. (1991) .0rganic Pollutant in Ambient Air after the Burning of Kuwaiti Oil Wells. The Oil Fires. Presentation Abstract 12-24.

Fujita, J., Nankim, N., Negayama, K. and Ishida, T. (2002). Nosocomial Contamination by Mycobacterium gorgonae in Hospital Water Supply and Super oxidized Water: Journal Hospital Infection. 52(3): 228-9.

Gatllier, C. R., Oudin, J. I., Fusey, P., Lacase, J. C. and Priou, M. L. (1973.) Experimental Ecosystems to measure fate of Oil Spills dispersed by surface active, products. In Proceedings of joint conference on Prevention and Control of oil Spills. American Petroleum Institute. Washington, D.C.497 -507.

Hamon, R. E., Mclanghlin, M. J. Naidu, R. and Correl, R. (1998). Long term Changes in Cadmium Bioavilability in Soil. Environ. Sci. Technol. 32: 3699-3703.

Handerson, D. A. (2004). The Threat of Aerosolized Biological Weapons. Ashrea J., 5: 50-53.

Hanson K.G., Nigam, A., Kapadia, M. and Desai, A.J. (1997). Bioremediation of crude oil contamination with Acinetobactersp .A3. Current Microbiology 35:191-193.

Hartley, B. M., Wall, B., Munslow-Davies, L., Toussaint, L. F., Hirschberg, K. J., Terrg, K. W., and Shepherd, M. (1998). The Establishment of a Radioactive Waste Disposal Facility in Western Australia for Low Level Waste. Appl. Radiat. Isot. Vol. 49, No. 3, pp. 259-264.

Hashem, A. R. (1995). Microbial and heavy Metal Analysis of Sewage sludge from Saudi Arabia. J. King Saud Univ. Sci (7): 207-213.

Hashem, A. R. (1996). Crude oil Utilization by fungi isolated from the Soil of Industrial Yanbu city, Saudi Arabia.Geobios 23:121-24.

Hashem, A. R. (2004). Biological Treatment of Petroleum Contamination in Saudi Arabia. J. N. and App. Sci. 8(2): 321-327.

Hashem, A. R. and AI-Harbi, S.A. (2000). Biodegradation of Crude Oil. in Arid lands. Mohamed and AI-Hosani (eds). pp.S67-569.

Hashem, A. R. and Moslem, M. A. ( 1995 ). Boron Toleranance and Accumulation in Asergilliy Flavas and Penicillium Citrinum isolated from Saudi Arabian soil. J. King Saud University (Sc) 7: 13-20.

Hashem, A. R., Arafa, M. H., Al-Solimani, S.G. and Onder, H. (1998). Inland Disposal of Waste Evaluation and Assessment. Scientific Research Council. KAAU, 104/411.

Hiermath, A. B., Nimbarji, P. M., and Jayaraj, Y. M. (1985). Domestic Sewage treatment by fungi and Biomass Production. Envir. Ecol. 3: 568-571.

Knoll, G. and winter, J. (1989). Anaerobic Degradation of Phenol in Sewage sludge Applied Microbial Biotechnology 20:285-290.

Kuchari, M. G. A. (2002). Influence of some Heavy Metals on the Growth Kinetics of locally isolated Aspergillus niger. Bulletin of Pure and Applied Sciences (B12 B1): 27-31.

Lawson, S., Sauer, R. and Lotisch, M. (2002). Bacterial Survival on radiographic Cassettes. Radiology Technology. 73:507-710.

Lohani, N. and Evans, W. J. (1997). Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia. Volumes 1 and 2. Asian Development Bank.

Mitchell, R. (1992). Environmental Microbiology. Wiley-Liss. New York.

Molnna, B.A. and Grubbs, R.B. (1990). Bioremediation of petroleum contaminated Soils using Microbial consortia as Inoculumln :Petroleum Contaminated Soils(Calabrese and Kostecki, eds). Lewis Publishers. Volume 3 ,pp.219-232.

Nouwen, L., Cornelis C., De Fre, R., Wevers M., Viaene, P., Mensink C., Patyn, J., Verschaevel, L. Hooghe R., Mase A., Collier, M., Schoeters G., Van Cleuvenbergen, R. and Guezens P. (2001). Health Risk Assessment of Dioxin Emission from Municipal Waste Incinerators: the Neerlandquarter (Wirijk, Bellgium). Chemosphere 43: 909-923.

Patterson, J. W. (1985). Industrial Waste Treatment Technology. Butterworth press, New York.

Petts, J, (1999). Handbook of Environmental Impact Assessment: Environmental Impact Assessment in Practice: Impact and Lamination. Blackwell Science Inc.

Petts, J. and Edulje, G. (1994). Environmental Impact Assessment for waste Treatment and disposal Facilities. John Wiley and Sons Ltd. New York.

Radwan, S.S., Sorkoh, N.A., AI-near, I. A. and AI-Desouky, A.F. (1997). A feasibility study on seeding as a bioremediation practice for the oily Kuwait desert. Journal of Applied Microbiology 83:353-358.

Reinhart, P.A. (1991.) Infectious and Medical Waste. Michigan, Lewis Publishers Inc.

Sadiq, M. (1991). Impact of Kuwait Oil Fires and other War Activities on Inorganic Atmospheric Pollution in Saudi Arabia. The Oil Fires. Presentation Abstract 12-14.

Sayler, G.S., Fox, R. and Blackburn, J.W. (1999). Environmental Biotechnology for Waste Treatment. Plenum Press. New York.

Shoham, D. Al-Wolfson, Z. (2004). The Russian Biological Weapons Program: Vanished or Disappeared? Critical Rev. Microbiology, 30: 241-261.

Sorkhoh N.A., AI-Hasan, R H., Khanater, M. and Radwan, S. (1995). Establishment of Oil Degrading Bacteria Associated with Cyan Bacteria in Oil- Polluted Soil. J. Appall. Bacteriology 78:194-199.

Soyfer, V.N. (2002). Radiation accident in the Southern Urals (1949-1976) and human Genome Damage. Comparative Biochemistry and Physiology 133:715-131.

Streifel, A.J. (1996). Hospital ventilation and the prevention of airborne nosocomial infections. In: Hospital Epidemiology and Infection Control. Ed. Mayhill. C. G. Williams and Wilkins. Baltimore, pp. 955-964.

Williams, P.T. (1998). Waste Treatment and Disposal. Chichester, John Wiley and Sons Ltd.

Yakup, A., Kaor, Y., and Genc, O. (2001). Entrapment of white Rat Fungus Teammates Vesicular in Ca/alginate Beads: Preparation and Biosorption kinetic analysis for Cadmium Removal from an Aqueous Pollution Bioresearch Techno. 80: 121-129.

# المحتــويات

المملكة العربية السعودية. ص. ب ٦٨٣٠ الرياض: ١١٤٥٢
هاتف ٢٤٦٣٤٤٤ (ـ١ـ٩٦٦) فاكس ٢٤٦٤٧١٣ (ـ١ـ٩٦٦)
البريد الإلكتروني: Src@nauss.edu.sa

**ISBN 1 - 2 -9723-9960**
P.O.Box: 6830 Riyadh 11452 Tel. (966+1) 2463444 KSA
Fax (966 + 1) 2464713 E-mail Src@nauss.edu.sa.

**(١٤٢٧هـ)جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية**
***فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر***

ابن صادق، عبد الوهاب رجب هاشم
جرائم البيئة وسبل المواجهة ـ الرياض، ١٤٢٧هـ
٢٢٠ ص، ١٧ × ٢٤ سم
ردمك: ١ ـ ٢ ـ ٩٧٢٣ ـ ٩٩٦٠

١ ـ تلوث البيئة ٢ ـ حماية البيئة أ ـ العنوان

ديوي ٣٠١,٣١ ١٤٢٧ / ٧٦٩٠

**رقم الايداع: ٧٦٩٠ / ١٤٢٧**
**ردمك: ١ ـ ٢ ـ ٩٧٢٣ ـ ٩٩٦٠**

**ردمك: ١ ـ ٢ ـ ٩٧٢٣ ـ ٩٩٦٠**

كافة الأفكار الواردة في هذا الكتاب تعبر عن رأي صاحبها،
ولا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر الجامعة